

32/446 (640)  
2<sup>e</sup> ex.

## **AardKundig Informatie Systeem (AKIS)**

**Bevragingssysteem voor aardkundige waarden in het Nederlandse landschap**

**A.J.M. Koomen**

**E.J. van Beusekom**

**Rapport 640**

**Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 14**

**DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1999**

956125

## REFERAAT

Koomen, A.J.M. en E.J. van Beusekom, 1999. *AardKundig Informatie Systeem (AKIS); Bevragingssysteem voor aardkundige waarden in het nederlandse landschap*, Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 640. Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 14. 66 blz. 11 fig.; 1 tab.; 17 ref.; 3 aanh.

Voor het Meetnet Landschap zijn aardkundige waarden (meetdoel 4) geoperationaliseerd. In het eerste project is een datamodel en een bevragingstructuur opgezet. Tevens zijn een twaalfal gebieden als voorbeeld uitgewerkt tot een vectorbestand. In het tweede project is een applicatie in het GIS-pakket ArcView ontwikkeld. Die bestaat uit een bevragingstructuur waarmee vragen aan het systeem kunnen worden gesteld over aardkundige waarden, geomorfologie en beleid. Tevens is voorzien in een zoekstelsel met trefwoorden waarmee snel en eenvoudig specifieke geomorfologische informatie over een gebied kan worden opgevraagd.

Trefwoorden: aardkundige waarden, beleid, bevragingssysteem, geomorfologie, Meetnet Landschap

ISSN 0927-4499

© 1999 DLO Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied  
(SC-DLO),  
Postbus 125, NL-6700 AC Wageningen.  
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## **Inhoud**

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
Summary	11
1 Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Opzet van de projecten	14
1.3 Opbouw van het rapport	15
2 Naar een operationeel meetnet voor aardkundige waarden	17
2.1 Vereisten	17
2.2 Het datamodel	18
2.3 De bevragingsstructuur	19
3 Werkwijze bij de ontwikkeling van AWIS	21
3.1 Het AKIS-systeem	21
3.2 Het basismateriaal	22
3.3 De modules	27
4 Beschrijving van het AKIS-systeem	33
4.1 Programmatuur	33
4.2 De modules	34
5 Toekomstige ontwikkelingen en aanbevelingen	41
Literatuur	45
<i>Aanhangsels</i>	
1 Werkwijze en resultaten 'Naar een vectorbestand aardkundige waarden'	47
2 Indeling morfocomplexen en patronen	59
3 Zoeksstructuur van de module trefwoorden	63

## Woord vooraf

Sedert enkele jaren wordt nagedacht over en gewerkt aan de totstandkoming van een Meetnet Landschap. Dit Meetnet Landschap moet een monitoringssyteem omvatten waarin diverse meetdoelen door middel van systematisch monitoring worden gevolgd. In 1995 heeft dit geleid tot een publicatie (Dijkstra en Roos-Klein Lankhorst, 1995) waarin de haalbaarheid van een Meetnet Landschap als geheel wordt beschreven. Één van de meetdoelen van het Meetnet Landschap is het meetdoel 4 (aardkundige waarden).

In 1997-1998 is in opdracht van IKC-Natuurbeheer (Ministerie LNV) aan twee projecten gewerkt. In een eerste project, met een oriënterend karakter, is onderzocht of het nader invullen van meetdoel 4 (aardkundige waarden) haalbaar is. De resultaten van die studie hebben geleid tot een vervolgproject waarin de ontwikkeling van een bevragingssyteem binnen een ArcView-omgeving centraal staat. In dit rapport wordt verslag gedaan van zowel het eerste verkennende project als van het vervolgproject.

Het eerste project 'Naar een vectorbestand aardkundige waarden' en het aansluitende project 'Vervolg vectorbestand aardkundige waarden' dat gedurende het project AKIS (AardKundig Informatie Systeem) is gaan heten, zijn uitgevoerd in opdracht van IKC-Natuurbeheer in Wageningen. Vanuit het IKC-Natuurbeheer zijn de projecten begeleid door E.J. van Beusekom. Het onderzoek is uitgevoerd door het DLO-Staring Centrum in Wageningen. De projectleiding van beide projecten was in handen van A.J.M. Koomen (DLO-Staring Centrum).

De werkzaamheden in het kader van het eerste project vallen uiteen in drie onderdelen. Het verkennende werk aan een datamodel en bevragingsstructuur, het selecteren van twaalf waardevolle gebieden, en het digitaliseren van deze twaalf gebieden. De eerste twee onderdelen zijn uitgevoerd door A.J.M. Koomen. Het digitaliseren is uitgevoerd door R. Schuiling en C. Onderstal (beiden DLO-Staring Centrum).

De werkzaamheden in het vervolgproject zijn op te splitsen in twee onderdelen. Het programmeerwerk in ArcView enerzijds en het digitaliseren en opvullen met gegevens van geomorfologische kaartbladen en toevoegen van de waardering anderzijds. Het programmeerwerk in ArcView is uitgevoerd door L. Wiersma (DLO-Staring Centrum) en R. van Zoest (IEND-LUW). Het digitaliseren van het kaartmateriaal is uitgevoerd door C. Onderstal (DLO-Staring Centrum) en Bureau Nieuwland. Aanvullende gegevens zijn aan de kaarten toegevoegd door A.J.M. Koomen.

Gedurende het project (zowel het eerste als het vervolg) is gebruik gemaakt van de adviezen van H. Dijkstra en H.P. Wolfert (beide DLO-Staring Centrum).

## Samenvatting

In het kader van het Meetnet Landschap wordt gewerkt aan de invulling van meetdoel 4 (aardkundige waarden). In 1997-1998 is onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van een datamodel plus bevragingssyteem dat bij dit meetdoel aansluit (project 1). In het vervolg project (project 2) is een bevragingssyteem ontwikkeld binnen het GIS-pakket ArcView. In voorliggend rapport wordt verslag gedaan van beide projecten.

In het eerste project (project 1) is een datamodel plus bevragingsstructuur opgezet dat als voorbeeld heeft gewerkt voor het vervolgproject. Tevens is in dit eerste project een selectie gemaakt van twaalf waardevolle aardkundige gebieden. Het idee bestond om een systeem te bouwen met voorlopig alleen de meest waardevolle gebieden erin opgenomen, omdat het opbouwen van een landsdekkend systeem te kostbaar werd verondersteld. Op basis van ervaring met het digitaliseren van deze gebieden bleek later dat het meenemen van gehele kaartbladen relatief goedkoper en zinvoller is dan het werken met kleine gebieden, waar later de omgeving (bij beschikbaar komen van meer digitaal kaartmateriaal) aangekoppeld zou moet worden.

Met deze kennis is een vervolgproject (project 2) opgestart waarin een applicatie is gebouwd in het GIS-pakket ArcView. De basis voor dit bevragingssyteem wordt gevormd door de Geomorfologische kaart van Nederland 1 : 50 000, waarvan reeds beperkt materiaal digitaal aanwezig is. Met dit materiaal en een beperkt aantal kaartbladen die in het kader van dit project zijn gedigitaliseerd is het bevragingssyteem ontwikkeld.

Het bevragingssyteem is ontwikkeld in de vorm van modules geschreven in de programmeertaal Avenue en is operationeel binnen het GIS-pakket ArcView. Het bevragingssyteem biedt de mogelijk informatie op te vragen over aardkundige waarden, geomorfologische informatie en beleidscategorieën op verschillende hiërarchische landschappelijke niveaus. Hiertoe zijn vier van dergelijke modules ontwikkeld, die de informatie relatief eenvoudig ontsluiten:

- 1 De eerste module biedt de mogelijkheid een gewenst landschappelijk niveau te bereiken. Naast het hoogste schaalniveau Nederland, kunnen selecties worden gemaakt op de niveaus van provincie, landschapstype (uit Nota landschap, LNV, 1992), en de geomorfologische indelingen in morfocomplexen en morfopatronen.
- 2 Een tweede module maakt het mogelijk informatie voor de geselecteerde gebieden op te vragen op het terrein van geomorfologie/aardkundige waarden, beleid en de combinatie daartussen.
- 3 Een derde ingang om gegevens te selecteren is op basis van trefwoorden, waarbij een menu wordt doorlopen waarin tot de gewenste selectie van geomorfologische kaartelementen kan worden gekomen.
- 4 De vierde module geeft informatie over het reliëf vanuit de interpretaties van het reliëf als beleving en kwetsbaarheid (voor ingrepen van de mens in het landschap).

In de aanbevelingen worden verbeteringen en aanvullingen gedaan, uitgaande van het systeem zoals dat nu operationeel is. De kernpunten hiervan zijn, dat het systeem in samenwerking met anderen verder dient te worden ontwikkeld in de richting van een landsdekkend systeem, en dat de gegevens bijgewerkt moeten worden op basis van een actueel ruimtelijk bestand. Dit heeft vooral betrekking op de mogelijkheid om aantastingen in het landschap desgewenst zichtbaar te maken, zodat het bestand actueel is. De Geomorfologische kaart van Nederland die als basis wordt gebruikt is voor sommige kaartbladen voor wat betreft de aantastingen in het landschap gedateerd. Voorts zijn enkele aanbevelingen gedaan om het systeem meer gebruiksvriendelijk en completer te maken, zoals het toevoegen van een topografische ondergrond, het operationaliseren van een effectenmodule voor analyses van effecten van ruimtelijke plannen en scenario's, en het operationaliseren van een printmodule, zodat gemaakte selecties desgewenst kunnen worden uitgeprint. Ook zal het AKIS in de toekomst gekoppeld moeten worden aan andere meetdoelen van het Meetnet Landschap, zodat een compleet operationeel meetnet ontstaat.

## Summary

The national monitoring system 'Meetnet Landschap' aims to become an operational system for monitoring spatial changes in the landscape and the effects of these changes upon identity and durability of landscapes within the context of conservation of landscape quality in the Netherlands. Such a monitoring system enables early and reliable information on important spatial changes and developments. This information can be used to evaluate landscape policy and can also help to improve landscape policy in the future. The development of 'Meetnet Landschap' for the Dutch landscape is highly important as valuable features within the Dutch landscape rapidly decline or disappear due to human activity. A minimum of 20% of the total land surface of the Netherlands has been completely levelled (low elevation and small scale relief reflecting natural geomorphological processes that created the landscape) by human activity (Koomen, 1997).

Within the framework of 'Meetnet Landschap' earth heritage values represent one of a total of 9 monitoring targets. Other targets for example are cultural and historical landscape elements, openness of landscapes and ecological indexes. In this report the development of the monitoring target earth heritage values 'AardKundig Informatie Systeem' (AKIS) will be described.

First a model for the development of 'AKIS' has been constructed. This first step included the development of a model for the storage of data and the structure to access this information. Within the initial phase of constructing 'AKIS' experience has been gained regarding the process of digitising basic map material. This basic map material consists of the Dutch geomorphological map 'Geomorfologische Kaart van Nederland' scale 1: 50 000. This map is available for twothirds of the total land surface of the Netherlands.

The 'Geomorfologische Kaart van Nederland' has been digitised to produce vector-based GIS-files. A limited area of the 'Geomorfologische kaart' is operational within 'AKIS' (figure 2). Except the basic geomorphological information also data on earth heritage values have been added using a study by Maas & Wolfert (1997) describing earth heritage values in the Netherlands. Finally information on national landscape policy was added using available maps indicating policy status.

The actual development of 'AKIS' started using the knowledge gathered in the initial phase. Within the GIS software package ArcView applications have been built to access the available information. In total four different applications are operational within 'AKIS', the possibilities of these applications will be described briefly:

The first application offers the possibility to make selections at a desirable landscape level using a bottom up approach where single geomorphological units form the bottom level and the Netherlands as a whole form the top level. In between three different landscape units are present.

A second application enables selections to be made upon earth heritage values, geomorphological units and landscape policy. Also combinations can be selected. This offers the possibility to select, for instance, elements with the highest earth heritage value in combination with a particular landscape policy status for a specific area.

Keywords selections can be made in the third application. Four levels indicating increasing detail can be used to select specific elements or groups of elements.

Application number four generates information upon relief as interpreted for vulnerability of relief for human activity and a relatively simple approach of how people experience differences in relief within the landscape.

These four applications are operational. In future 'AKIS' requires further development to create a full coverage of the Netherlands. Then 'AKIS' can also be used for national studies and evaluation and adjustments of landscape policy. Furthermore the geomorphological data that is being used as input needs updates to ensure that the system will describe actual situations. These actual situations will be used to monitor changes over short time spans. 'AKIS' also needs a user-interface that is more friendly to users that are not familiar with GIS systems such as ArcView. Components of a more user friendly interface can be a topographic map as a basic layer to enable localisation, introducing a print application that prints selections that have been made and finally an application that calculates changes given a certain scenario or spatial plan. From the perspective of 'Meetnet Landschap' the different targets need to be related in one application to enable a complete monitoring based upon changes from digital topographic maps in relation to the 9 monitoring targets.



# **1 Inleiding**

## **1.1 Aanleiding**

Het Meetnet Landschap beoogt een systematische monitoring van de effecten van veranderingen in het landschap op de identiteit en de duurzaamheid in het licht van het streven naar het behoud van landschappelijke kwaliteit (Nota Landschap, LNV, 1992). Een Meetnet Landschap levert de mogelijkheid tot het vroegtijdig en betrouwbaar signaleren van belangrijke ontwikkelingen in het landschap, zodat beoordeeld kan worden in hoeverre de door het beleid gestelde doelen zijn gerealiseerd. Tevens kan het landschapsbeleid hiermee worden verbeterd (Dijkstra en Roos-Klein Lankhorst, 1995). In totaal zijn een negental meetdoelen omschreven. Het meetdoel 4 (aardkundige waarden) van het Meetnet Landschap (Dijkstra & Roos-Klein Lankhorst, 1995) is van belang voor de identiteit en de kwaliteit van het landschap, en is daarom ook als een graadmeter in de Natuurverkenning gehanteerd (Natuurverkenning 97).

De noodzaak tot monitoring van aardkundige waarden, en de daaraan in de toekomst wellicht te ontlelen beleidsmatige consequenties, blijkt uit diverse studies die zijn verricht naar de aantasting van aardkundige waarden in Nederland (Gonggrijp, 1989). In het kader van de Natuurverkenning 1997 is vast komen te staan dat reeds ruim 20% van het natuurlijke reliëf in Nederland geheel is verdwenen (Koomen, 1997). In een andere studie, eveneens verricht in het kader van de Natuurverkenning 1997, is duidelijk geworden dat de snelheid van aantasting alleen maar groter wordt (Dijkstra et al., 1997). Dit pleit voor een verantwoorde manier van omgaan met het ons omringende landschap. Een monitoringssysteem kan daarin een belangrijke signalerende rol spelen en bouwstenen bieden voor evaluaties van het beleid.

In 1998 is in het kader van de beleidsuitwerking aardkundige waarden een 'Quickscan' (Groenewoud, 1998) verschenen waarin een samenhangend overzicht wordt gegeven van de stand van zaken omtrent onderzoek en beleid op dit terrein. Ook hierin worden bovenstaande feiten onderkend en worden tevens aanbevelingen gedaan voor het beleid in de nabije toekomst.

Om het meetdoel 4 (aardkundige waarden) operationeel te maken is het nodig om naast een actueel en nauwkeurig landsdekkend basisbestand ook een systeem te ontwikkelen om deze informatie te ontsluiten. Dit is nodig om een snelle en accurate monitoring mogelijk te maken. De periodieke monitoring zal bestaan uit een vergelijking tussen het te realiseren basisbestand en de ruimtelijke ontwikkelingen in het landschap zoals deze weergegeven worden op de digitale topografische kaart. Deze aanpak heeft een viertal toepassingen:

- 1 Interessante en specifieke gebieden kunnen op verschillende landschappelijke niveaus worden geselecteerd.
- 2 Koppeling met de waardering van Maas & Wolfert (1997).

- 3 Opvragen van gegevens over aardkundige waarden en geomorfologische informatie. Naast monitoring ook mogelijke toepassing in analyses van landschapseffecten.
- 4 4 Koppeling van informatie met andere meetdoelen uit het Meetnet Landschap zoals cultuurhistorie, maat van de ruimte, etc.

Hiertoe is in 1997 – 1998 een verkenning uitgevoerd naar de haalbaarheid van een monitoringssysteem voor aardkundige waarden. In deze studie zijn twaalf gebieden als voorbeeld uitgewerkt tot vectorbestanden en is nagedacht over de datastructuur en een bevragingssysteem.

In een vervolg op deze studie is een applicatie binnen het GIS-pakket ArcView ontwikkeld waarbij onder andere de resultaten uit de voorbeeldstudie zijn gebruikt om te komen tot een operationeel bevragingssysteem. In dit rapport wordt zowel van het eerste project als van het vervolgproject verslag gedaan.

## **1.2 Opzet van de projecten**

Het eerste project (project 1) bestaat uit drie gedeelten:

- 1 In de eerste fase is nagedacht over de opzet van een datamodel en een bijbehorende bevragingsstructuur. Hoe dient een datamodel te worden opgezet, hoe zit het met de compatibiliteit met andere informatiesystemen en welke vragen een dergelijk systeem moet kunnen beantwoorden zijn kernvragen waarop in deze fase een antwoord is gezocht.
- 2 In de tweede fase is op basis van het werk van Maas & Wolfert (1997) een rekenkundige selectie gemaakt van de meest waardevolle aardkundige gebieden van Nederland. Deze gebieden maken een redelijk grote kans op specifiek beleid vanuit de rijksoverheid, en zijn mede daarom interessant om op te nemen in het Meetnet Landschap. Hiertoe zijn rekenregels ontwikkeld en toegepast om de selectie langs automatische en reproduceerbare weg uit te kunnen voeren. Deze selectie is uitgevoerd omdat in eerste instantie het informatiesysteem alleen de meest waardevolle gebieden zou gaan bevatten.
- 3 In de derde fase zijn twaalf van de geselecteerde gebieden gedigitaliseerd. Vervolgens is informatie over beleid (zie paragraaf 3.5) en aardkundige waarden hieraan toegevoegd. Het bleek in deze fase dat het digitaliseren van relatief kleine gebiedjes kostbaar was ten opzichte van het scannen en bewerken van gehele kaartbladen van de Geomorfologische kaart van Nederland. Daarom is voor het vervolgproject besloten om uit te gaan van het scannen en bewerken van gehele kaartbladen.

Het vervolg project (project 2) bestaat uit twee delen:

- 1 Allereerst is kaartmateriaal van de Geomorfologische kaart van Nederland gescand en bewerkt tot een digitaal vectorbestand. Hier is informatie over beleid en aardkundige waarden aan toegevoegd. Op deze wijze zijn een aantal kaartbladen in een digitaal gegevensbestand omgezet.
- 2 Het tweede gedeelte van dit vervolgproject heeft bestaan uit het programmeren van een aantal applicaties binnen het GIS-pakket ArcView. In totaal zijn vier

applicaties ontwikkeld die het mogelijk maken het beschikbare digitale kaartmateriaal te bevragen op onderwerpen als beleidscategorieën van het rijk, aardkundige waarden, en geomorfologie op diverse hiërarchische niveaus.

### **1.3 Opbouw van het rapport**

In voorliggend rapport worden de resultaten van de twee projecten zoals in de vorige paragraaf omschreven gepresenteerd. Hierbij zal het accent op het tweede project liggen omdat in dit project het AardKundig Informatie Systeem (AKIS) is opgebouwd.

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de vraag hoe een systeem voor het Meetnet Landschap operationeel gemaakt kan worden en wat daarvoor nodig is. Daarnaast komen het datamodel en de bevravingsstructuur aan de orde. In hoofdstuk 3 zal de werkwijze aan bod komen waarbij vooral de uitwerking van de in hoofdstuk 2 beschreven zaken zullen worden beschreven. De werkwijze behorende bij project 1 is voor het AKIS-systeem verkennend geweest en daarom opgenomen in de aanhangsels achterin dit rapport (aangangsel 1). In hoofdstuk 4 zal het resultaat (het AKIS) worden beschreven. In dit hoofdstuk wordt de ontwikkelde bevravingsstructuur uiteen gezet. Dit hoofdstuk kan dienen als een beknopte handleiding voor het AKIS. In hoofdstuk 5 zal vooruit worden gekeken naar de toekomstige ontwikkelingen van het AKIS. Zowel aanpassingen die moeten worden toegevoegd om het systeem vriendelijker voor gebruikers te maken alsmede aanpassingen om het AKIS te completeren komen hier aan bod. Tenslotte zullen in hoofdstuk 5 ook aanbevelingen worden gedaan ter verbetering en uitbreiding van het AKIS in de toekomst.

## **2 Naar een operationeel meetnet voor aardkundige waarden**

In de eerste paragraaf (2.1) wordt ingegaan op de vereisten voor een operationeel meetdoel 4 (aardkundige waarden). In paragraaf 2.2 zal verder worden ingegaan op het datamodel. Daarna zal in paragraaf 2.3 worden ingegaan op het bevragingssysteem. De ideeën over het bevragingssysteem zijn in hoofdstuk 3 verder uitgewerkt.

### **2.1 Vereisten**

Het opzetten van een helder systeem dat bovendien compatibel is met andere bestanden, is voor het Meetnet Landschap belangrijk. Dit is van belang voor alle gegevens die vanuit de verschillende meetdoelen worden geproduceerd. Voor het meetdoel 4 (aardkundige waarden) zijn daartoe een aantal zaken vereist. Deze zijn achtereenvolgens:

- koppeling met het TOP10-vector bestand,
- vectorbestand van de geomorfologische informatie,
- bevragingstructuur ter onsluiting van de gegevens,
- hiërarchie in landschappelijke indeling.

In de toekomst zal het TOP10-vector bestand worden toegepast in het Meetnet Landschap, om veranderingen in de topkaart op hun landschappelijke effect te kunnen beoordelen. Afstemming van de datastructuur met onder andere het TOP10-vector bestand in de zin dat deze op een of andere manier te koppelen is met de Meetnet Landschap bestanden is dan ook belangrijk. De geomorfologische basisinformatie is echter niet op de schaal 1 : 10 000 beschikbaar. De geomorfologische kaart van Nederland is opgenomen met een schaal 1 : 50 000. De uitwerking van de gebieden en kaarten tot vectorbestand heeft dan ook deze schaal als basis. Deze schaal opblazen tot 1 : 10 000 geeft helaas moeilijkheden, dit zou de kaart onbetrouwbaar maken. Meer voor de hand liggend is het om de TOP50-vector te gebruiken, of de gegevens uit het TOP10-vector tot 1 : 50 000 op te blazen.

Een van de belangrijkste voordelen van het systeem zoals dat kan worden ontwikkeld ligt in het feit dat de geomorfologische informatie als vectorbestanden beschikbaar komen. Dit in tegenstelling tot de huidige beschikbare geomorfologische informatie in LKN (Maas et al., 1995) waar de gegevens in gridcellen van 1 km x 1 km opgeslagen zijn, en ook ten opzichte van de benadering van een Meetnet Landschap waarbij met gridcellen gewerkt zou worden. Dit geldt ook ten opzichte van de signaleringskaart aardkundige waarden (Maas & Wolfert, 1997).

De grote voordelen van vectoren boven gridcellen is dat bij het gebruik van vectoren de exacte locatie van ruimtelijke gegevens bekend is, evenals de concrete kenmerken van die locatie. Bovendien kunnen vectorbestanden (vlakken) worden geaggregeerd op een hoger schaalniveau, waardoor de mogelijkheden tot in-en uitzoomen ontstaan.

Het nadeel is echter dat het opbouwen van een landsdekkend vectorbestand bewerkelijker en dus kostbaarder is ten opzichte van een landsdekkend gridcellenbestand.

De bevragingstructuur moet het mogelijk maken onderstaande drie vragen te beantwoorden:

- 1 vragen op het terrein van geomorfologie en aardkundige waarden, en vragen op het terrein van beleid,
- 2 vragen over een combinatie van geomorfologie/aardkundige waarden en beleid,
- 3 vragen over de ruimtelijke veranderingen en effecten van plannen of scenario's op de aardkundige waarden.

In paragraaf 2.3 zal verder worden ingegaan op de bevragingstructuur.

Tenslotte is voor het kunnen aggregeren van informatie op verschillende landschappelijke niveaus noodzakelijk een landschappelijke hiërarchie aan te brengen. Hierop wordt in paragraaf 3.1 verder ingegaan.

## 2.2 Het datamodel

Om te komen tot een bruikbare datastructuur is als voorbeeld het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS, De Vries & Denneboom, 1992)) en de Landschaps-ecologische Kartering van Nederland (LKN) gebruikt. Ook is het datamodel voor het onderdeel cultuurhistorie van het Meetnet Landschap als voorbeeld gebruikt. Mede op basis van deze bestanden is de datastructuur die in het AKIS wordt gebruikt, opgezet (tabel 1).

*Tabel 1 Datastructuur voor vectorbestand van aardkundige waarden. Direct onder de tabel is een korte beschrijving te vinden met nadere uitleg over de opgenomen categorieën*

Records	GIS Gegevens	Aardkundige Gegevens	Hiërarchische Gegevens	Beleids Gegevens
1				
2				
3				
Etc.				

GIS-gegevens:

- Rec. = record number, nummer van rij in data-tabel
- Peri = perimeter, omtrek van de polygoon in meters
- Area = area, oppervlakte van het polygoon in m<sup>2</sup>
- # = intern polygoonnummer
- ID = intern ID-nummer

Geomorfologische gegevens:

- Code = code van de eenheid op de geomorfologische kaart
- LKN = 5-cijferige code van de eenheid in LKN
- Ken. = kenmerkende waarde van de geomorfologische eenheid

Rang.	=	rangorde van de kenmerkende eenheden
Zz.	=	zeldzaamheid (ja/nee)
Typ.	=	typering, korte omschrijving van de geomorfologische eenheid
Blad	=	kaartbladnummer van de Geomorfologische kaart van Nederland

Hiërarchische gegevens:

Pat	=	code van het morfopatroon
Comp	=	code van het morfocomplex
Land	=	code van het landschapstype (volgens de Nota landschap, LNV, 1992)

Beleidsgegevens:

EHS	=	informatie over ligging binnen of buiten de EHS
WCL	=	informatie over de ligging binnen of buiten WCL gebieden
NLP	=	informatie over ligging binnen of buiten NLP
GBH	=	informatie over ligging binnen of buiten de GBH

Voor het beleid zijn de categorieën als de Ecologische HoofdStructuur (EHS), Waardevolle CultuurLandschappen (WCL), Nationaal LandschapsPatroon (NLP) en de gebieden Behoud en Herstel (GBH) uit de Nota Landschap (LNV, 1992) opgenomen.

De tabel zal standaard als een Polygon Attribute Table (PAT) worden gekoppeld aan het Arc/Info bestand van de verschillende kaartbladen en gebieden. Deze werkwijze garandeert een gemakkelijke koppeling met andere bestanden en applicaties. De PAT-tabel kan, na omzetting naar ArcView, dienen als database voor de bevravingsstructuur in ArcView, maar kan eveneens worden ingelezen in een Oracle-database.

In de gegevens zal een hiërarchie worden aangebracht waarbij selecties op verschillende schaalniveaus mogelijk zijn. Deze hiërarchie loopt van het niveau van geomorfologische elementen naar morfopatronen en morfocomplexen (Maas & Wolfert, 1997). De morfocomplexen kunnen worden gebruikt om een opstap naar het hoogste niveau te maken. Hierbij kunnen de gebieden uit de Nota Landschap (LNV, 1992) of de Fysisch Geografische regio's als hoogste aggregatieniveau dienen.

## 2.3 De bevravingsstructuur

Welke vragen dienen aan het systeem gesteld te kunnen worden? Duidelijk is dat de vragen op verschillende schaalniveaus uitgewerkt kunnen worden. De vragen zullen betrekking hebben op geomorfologie, aardkundige waarden en aspecten van beleid, maar vooral ook combinaties tussen deze. In paragraaf 2.1 zijn al drie typen vragen geformuleerd waar een bevragingssysteem antwoord op moet kunnen geven. In deze paragraaf zal hierop verder worden ingegaan.

Op het gebied van geomorfologie en aardkundige waarden kunnen vragen aan het systeem worden gesteld over arealen van een specifieke geomorfologische eenheid of de aardkundige waarde (kenmerkendheid en zeldzaamheid). Wellicht dient in het

datasysteem ook reeds ruimte te worden gereserveerd voor de criteria gaafheid en kenmerkendheid van de vorm, die mogelijk in de toekomst nog uitgewerkt zullen worden. Ook kan worden gedacht aan het opnemen of ruimte reserveren voor de kwetsbaarheid van eenheden. Verder zal het systeem de mogelijk kunnen bieden om door middel van zoekmechanismen en trefwoorden snel bepaalde gebieden te selecteren waar deze zaken voorkomen. Op het terrein van beleid zal informatie gewenst zijn over overlap met de belangrijke beleidscategorieën zoals de EHS, en gebieden behoud en herstel landschappelijke kwaliteit. Ook kan het systeem wellicht gegevens opnemen over beheer en behoud van terreinen, zodat ook hierover vragen aan het systeem kunnen worden gesteld.

Aardkundige waarden, geomorfologie en beleid moeten ook in combinatie bevraagd kunnen worden. De koppeling kan interessante gegevens opleveren, die zowel behulpzaam kunnen zijn bij het creëren als evalueren van beleid.

Het is interessant om een toepassing in AKIS in te bouwen waarmee de effecten van landschappelijke plannen en/of scenario's op aardkundige waarden snel en eenvoudig kunnen worden bepaald. Dit is uiteindelijk ook de toepassing van AKIS in het Meetnet Landschap. Het voordeel van een dergelijke toepassing is dat het niet alleen als monitoringssysteem te gebruiken is binnen het Meetnet Landschap, maar ook bij planningsvraagstukken en scenariostudies (zoals de Natuurverkenning).

De inhoudelijke kant van de bevragingstructuur heeft nadere discussie om de wensen en ideeën van de verschillende mogelijke gebruikers uit te laten kristalliseren. Aanpassing en/of uitbreiding van het bevragingssysteem in de toekomst moet dus mogelijk zijn. De bevragingstructuur die ontwikkeld dient te worden kan waarschijnlijk het beste in een ArcView omgeving worden opgezet om het compatibel te maken met andere vergelijkbare systemen en daarmee de uitwisselbaarheid tussen diverse systemen zoveel mogelijk te waarborgen. Voor cultuurhistorie is reeds een eerste opzet van een dergelijk systeem in ArcView gemaakt, waarvan de opgedane ervaring kan worden gebruikt voor aardkundige waarden.

### **3 Werkwijze bij de ontwikkeling van AWIS**

In aanhangsel 1 wordt de werkwijze beschreven die behoort bij de selectie van waardevolle gebieden, inclusief de resultaten, uit project 1. In de paragrafen 3.1 tot en met 3.3 wordt ingegaan op de ontwikkeling van het AKIS-systeem. Eerst wordt de opzet van het AKIS-systeem uiteen gezet. Daarna wordt het gebruikte basismateriaal en aanvullende informatie besproken. Tenslotte zullen de verschillende ontwikkelde modules kort worden besproken.

#### **3.1 Het AKIS-systeem**

Het bevragingssysteem is ontwikkeld binnen het GIS-pakket ArcView (versie 3.0 a). Hierbinnen zijn diverse zogenaamde modules ontwikkeld, die voor een specifiek thema of een combinatie van thema's informatie kunnen genereren. Bij aanvang van de ontwikkeling van het systeem zijn drie verschillende typen vragen (uit paragraaf 2.1) onderkend die het systeem zou moeten kunnen beantwoorden:

- 1 vragen op het terrein van geomorfologie en aardkundige waarden, en vragen op het terrein van beleid,
- 2 vragen over een combinatie van geomorfologie/aardkundige waarden en beleid,
- 3 vragen over de veranderingen en effecten van plannen of scenario's op de aardkundige kwaliteit.

Hiertoe zijn in Avenue (programmeertaal binnen ArcView) scripts geschreven die een bewerking op het kaartmateriaal en de database uitvoeren, en op die manier de gevraagde informatie kunnen aanleveren. In paragraaf 3.2 wordt nader ingegaan op het gebruikte basismateriaal. In paragraaf 3.3 worden de scripts (de modules) verder uitgelegd.

Naast de opgestelde vragen speelt ook het schaalniveau van presentatie een belangrijke rol. Op welk schaalniveau moeten bovenstaande vragen kunnen worden beantwoord? Idealiter is de situatie waarin op verschillende schaalniveaus de vragen kunnen worden beantwoord. Hiervoor is dan ook een hiërarchie in het systeem aangebracht dat deze mogelijkheden kan benutten. De opzet van deze hiërarchie is als volgt:

- 1 Nederland (hoogste niveau),
- 2 provincies,
- 3 gebieden Nota Landschap (LNV, 1992),
- 4 morfocomplexen (genetisch bepaald gebied opgebouwd uit morfopatronen),
- 5 morfopatronen (genetisch homogeen gebied),
- 6 morfo-elementen (afzonderlijke geomorfologische elementen).



Het ontwikkelde bevragingssysteem zoals dat in AKIS is ontwikkeld is in staat om langs automatische weg op de diverse hiërarchische niveaus vragen van type 1 en 2 te beantwoorden. Vragen van type 3 zijn met het systeem nog niet te beantwoorden. De omgeving van ArcView laat dit type van analytische bewerkingen nog niet langs automatische weg toe. In de volgende versie van ArcView zal dit type bewerking standaard tot de mogelijkheden behoren. Het is wel mogelijk om de effecten van plannen of scenario's binnen het systeem ruimtelijk te bekijken om zo een indruk te krijgen van de omvang en ernst van de ingrepen.

### **3.2 Het basismateriaal**

Drie typen basismateriaal die noodzakelijk zijn in het AKIS-systeem kunnen worden onderscheiden:

- 1 geomorfologische informatie,
- 2 waardering (aardkundige waarden),
- 3 beleidsinformatie.

Deze drie worden in deze paragraaf verder beschreven:

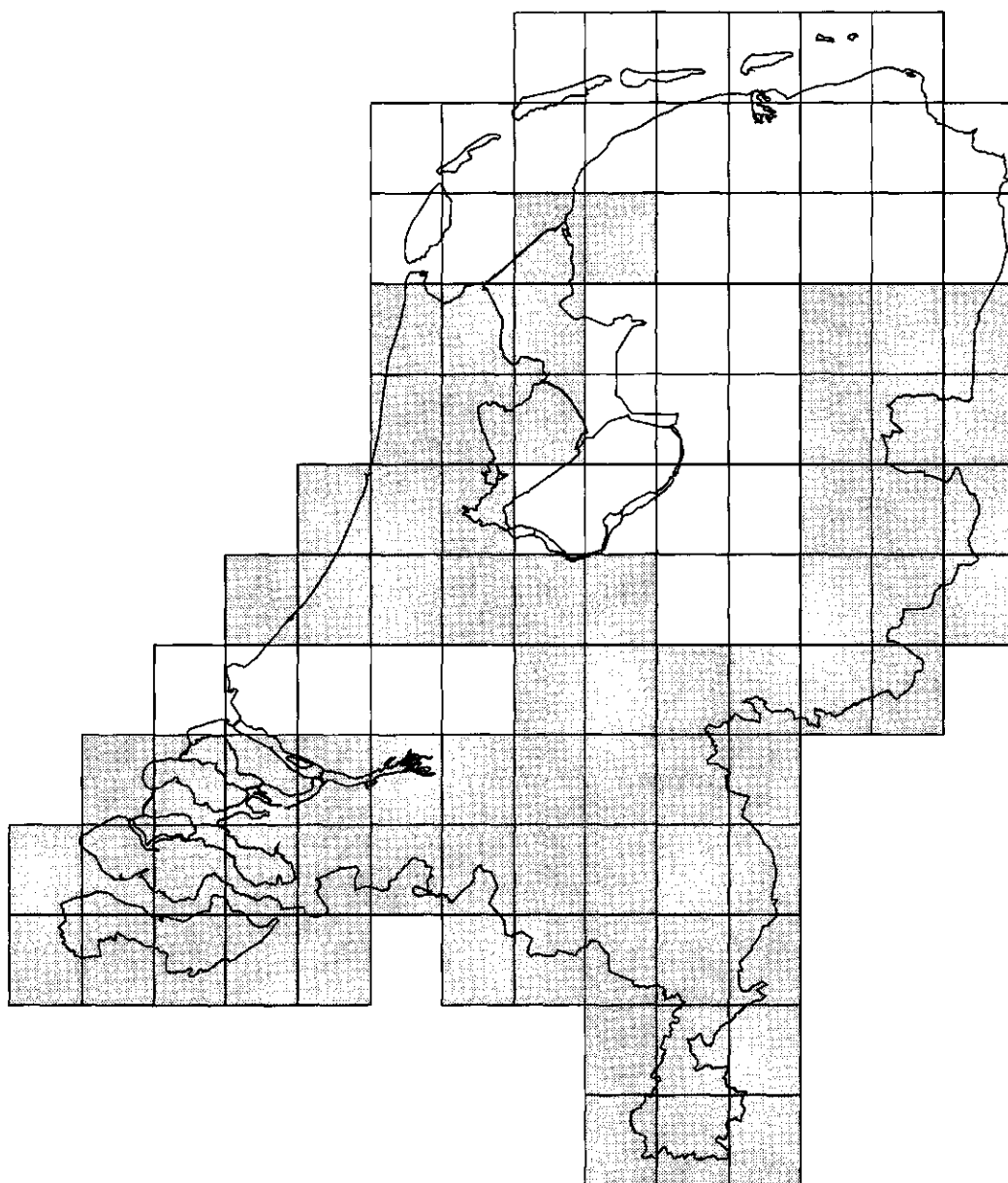
#### ***Geomorfologische informatie***

Het basismateriaal voor het bevragingssysteem wordt gevormd door de Geomorfologische kaart van Nederland 1: 50 000. Ongeveer tweederde van het landoppervlak van Nederland is gekarteerd (zie figuur 1). Voor de ontbrekende kaartbladen is alternatief kaartmateriaal beschikbaar in de vorm van Fysisch Geografische kaarten, Geomorfologische kaarten op een andere schaal en eventueel interpretaties van bodemkaarten (Maas et al., 1994).

Van dit basismateriaal is een klein gedeelte digitaal beschikbaar voor opname in het bevragingssysteem. Het betreft de volgende kaartbladen (fig. 2):

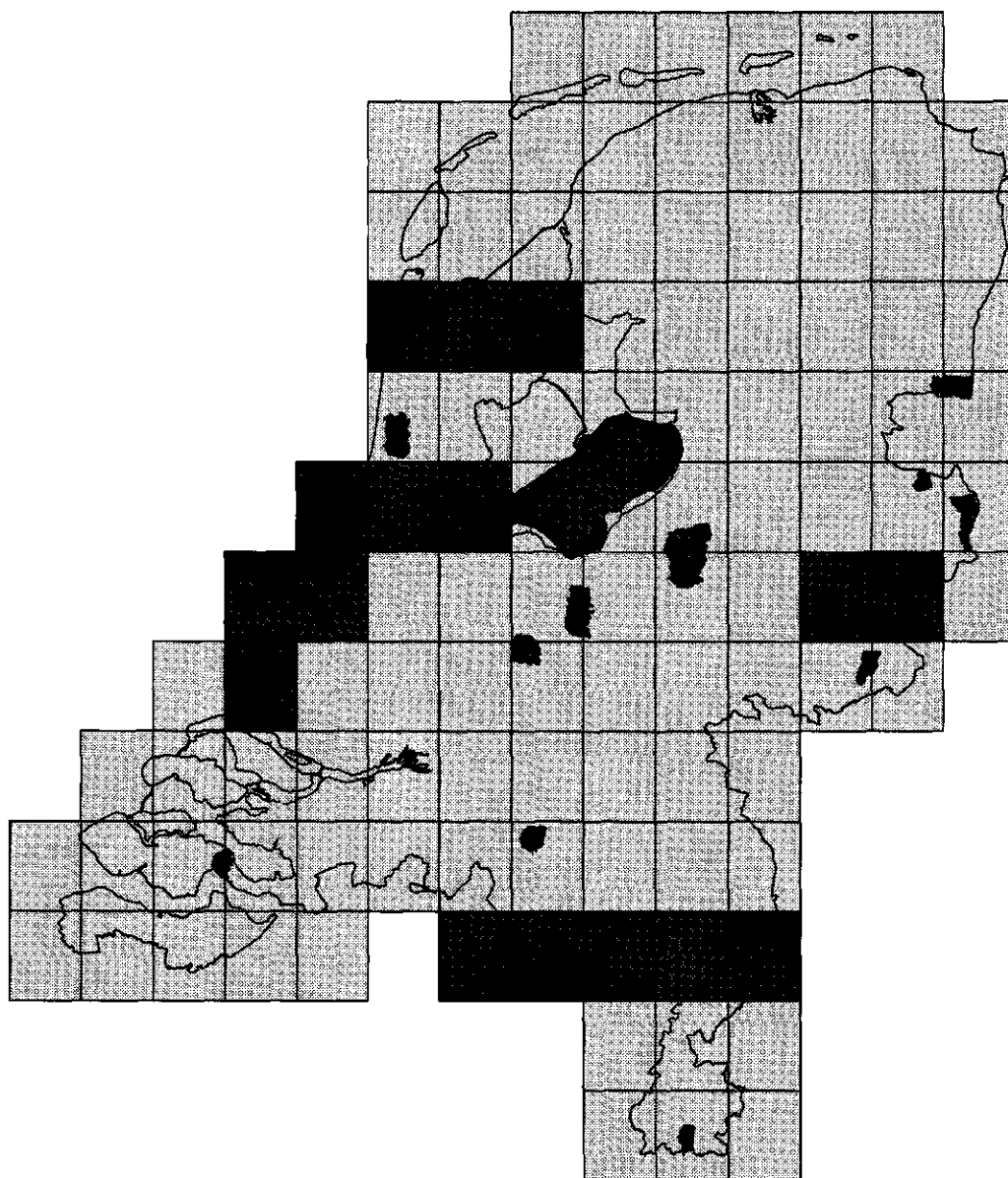
- Blad 19,
- Blad 24/25,
- Blad 30,
- Blad 34,
- Blad 56-57-58.

Verder zijn nog de vectorbestanden aanwezig die zijn aangemaakt in het kader van het project 'Naar een vectorbestand aardkundige waarden' (12 kleine gebieden uit project 1), zie figuur 3, en een aantal gebieden die als conceptmateriaal digitaal beschikbaar zijn (Blad 37 West en de Flevopolder). Dit basismateriaal wordt aangevuld met gegevens zodanig dat naast pure geomorfologische vragen ook vragen over aardkundige waarden (fig. 4) en een aantal beleidscategorieën aan het systeem gesteld kunnen worden.



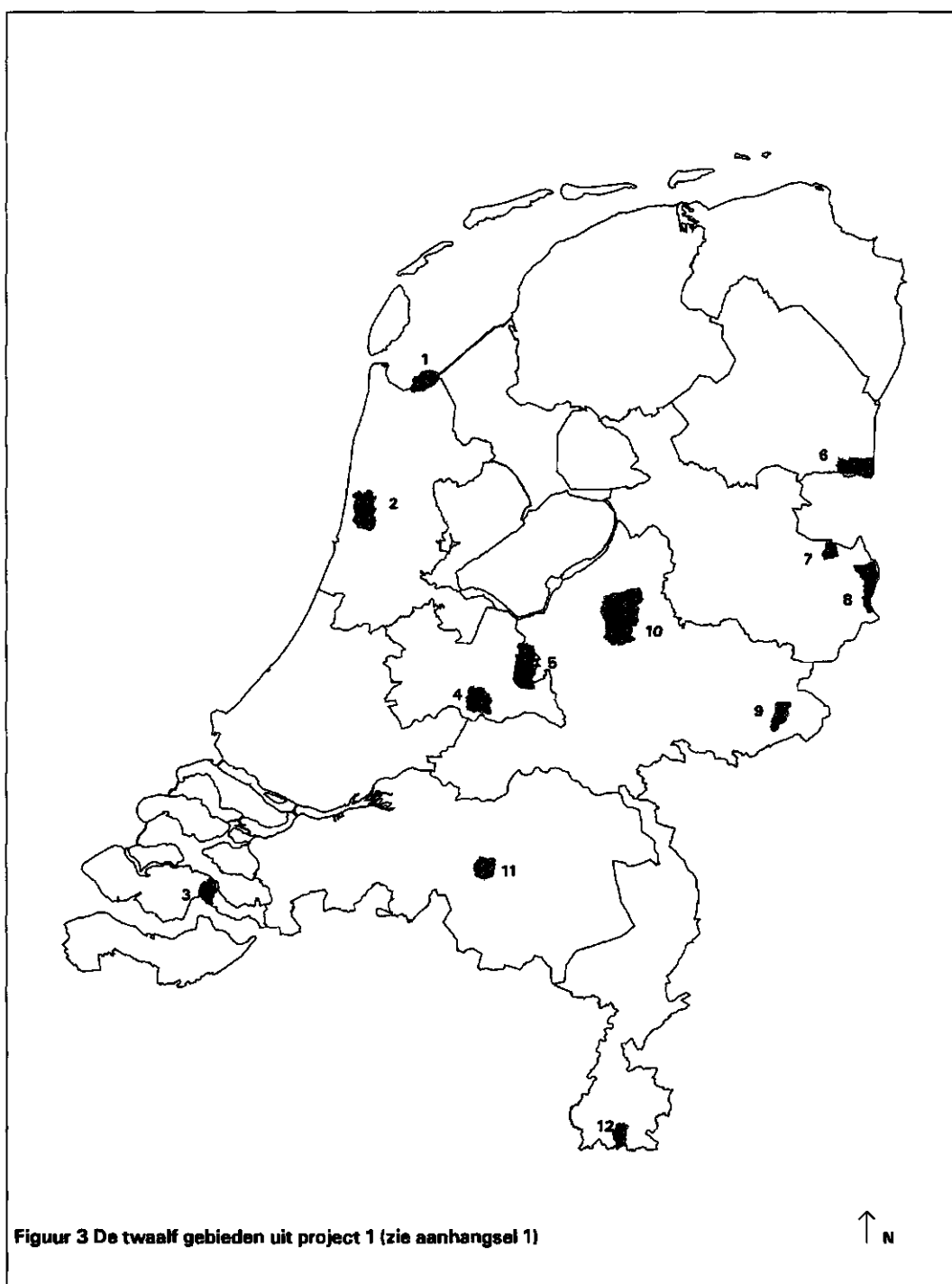
**Figuur 1 Dekking van de geomorfologische kaart  
van Nederland (inclusief concept bladen)**



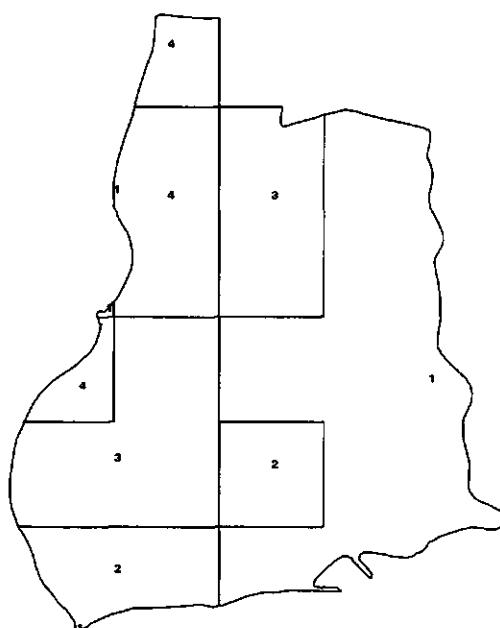
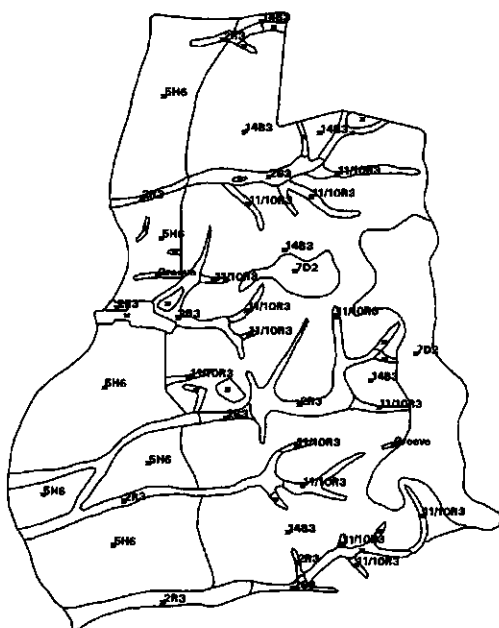


Figuur 2 Overzicht van digitale vectorbestanden  
in AKIS (stand per 1-3-1999)

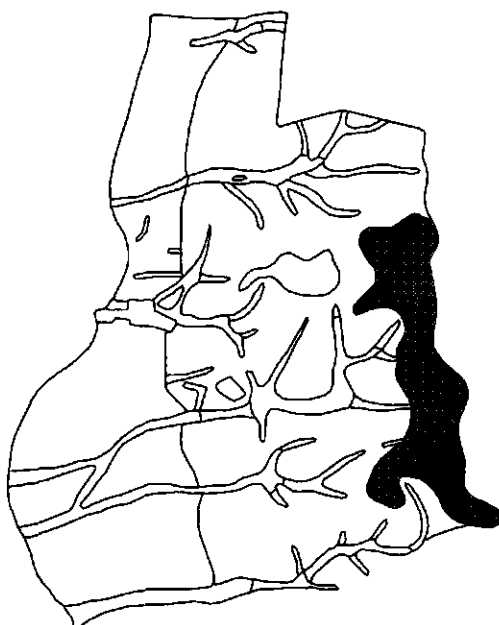




## 2 Aardkundige Waarden



### 3 Vectorbestand



### BESCHIKBARE GEGEVENS

**Oppervlekte: 186 ha**

Geomorfologische code: 7D2

**LKN-code: 54204**

Kanmerkende waarde: 17.4

Rangnummer: 3

**Zeldzaam?:** **Nee**

**Omschrijving:** Stuwvalplateau

**Morfopatroon: 11.1**

Bladnummer: 28/29

**Figuur 4 Van basisgegevens naar het vectorbestand (gebied 7 Ootmarsum)**

### ***Waardering***

De aardkundige waarden worden toegevoegd vanuit de 'Signaleringskaart aardkundige waarden' (Maas & Wolfert, 1997, en zie figuur 5). De criteria kenmerkendheid en zeldzaamheid worden als aardkundige waarde aan de geomorfologische kaart toegevoegd.

Het criterium kenmerkendheid is in de methode zoals die is toegepast bij de totstandkoming van de 'Signaleringskaart aardkundige waarden' bepaald voor geomorfologische elementen (het laagste hiërarchische niveau) binnen morfopatronen ten opzichte van Nederland. Een element is volgens deze methode kenmerkend wanneer het binnen het betreffende morfopatroon relatief vaker voorkomt dan in Nederland als geheel. Nadere uitleg over deze methode is te vinden in het rapport behorende bij de signaleringskaart (Maas & Wolfert, 1997). Het criterium zeldzaamheid is een afgeleide hiervan, waarbij die geomorfologische elementen zeldzaam zijn wanneer deze kenmerkend zijn en zeer weinig voorkomen binnen een morfopatroon.

De waardering zoals die is uitgevoerd is gebaseerd op het LKN-Geomorf bestand (Maas et al., 1994). Dit bestand is opgebouwd uit gridcellen van 1 x 1 kilometer. Om deze waardering over te brengen op de geomorfologische vectorbestanden is een vertaling van de LKN-legenda (die licht afwijkt van de legenda van de Geomorfologische kaart) naar de legenda van de Geomorfologische kaart noodzakelijk. Deze afwijking ligt vooral in het feit dat de LKN-legenda samengestelde eenheden bevat (meerdere elementen samengevoegd tot 1). Dit betekent dat bij de vertaling geen informatie verloren gaat, maar dat verschillende eenheden uit de Geomorfologische kaart soms dezelfde waardering krijgen.

### ***Beleidsinformatie***

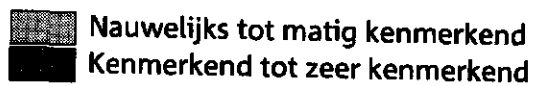
Een aantal beleidscategorieën uit het beleid van de Rijksoverheid worden aan de geomorfologische kaart toegevoegd. Deze categorieën zijn:

- Ecologische HoofdStructuur (EHS),
- Gebieden behoud en herstel (Uit de Nota landschap (LNV, 1992)),
- Nationaal Landschapspatroon (Uit Structuurschema Groene Ruimte),
- Waardevolle CultuurLandschappen (WCL).

## **3.3 De modules**

In het systeem zijn vier modules aanwezig. Met deze vier modules is het mogelijk de vragen zoals in paragraaf 2.1 zijn geformuleerd te beantwoorden. Deze modules worden in deze paragraaf nader besproken. Achtereenvolgens zijn dit:

- Module Gebiedsselectie,
- Module Combinatie,
- Module Trefwoorden,
- Module Reliëf.



**Figuur 5 Signaleringskaart aardkundige waarden  
(naar Maas & Wolfert, 1997)**



### ***Module Gebiedsselectie***

In deze module is het mogelijk een gewenst landschappelijk niveau te bereiken waarover specifieke informatie gevraagd wordt. De mogelijke hiërarchische niveaus die standaard in het systeem zijn opgenomen zijn overeenkomstig met die genoemd in paragraaf 3.1. Het hoogste niveau betreft Nederland, het laagste niveau een afzonderlijk geomorfologische eenheid. Hiertussen is het mogelijk op alle aanwezige niveaus te selecteren, maar ook meerdere gebieden op een niveau (bijvoorbeeld meerdere morfopatronen) kunnen worden geselecteerd. De indeling van gebieden zoals die wordt gehanteerd in de Nota landschap (LNV, 1992) zijn hieronder weergegeven:

- 1 Zeekleigebied,
- 2 Droogmakerijen,
- 3 Laagveengebied,
- 4 Hoogveenontginningsgebied,
- 5 Rivierengebied,
- 6 Zandgebied,
- 7 Kustzone,
- 8 Heuvelland.

In aanhangsel 3 zijn de gebiedsindelingen van de morfocomplexen en patronen (Maas & Wolfert, 1997) te vinden.

### ***Module Combinatie***

Binnen deze module kan informatie worden opgevraagd over een gewenst gebied, bijvoorbeeld een gebied geselecteerd onder de module gebiedsselectie. Naast informatie over alleen geomorfologie/aardkundige waarden of beleidscategorieën, kan ook informatie over de combinatie tussen deze twee worden opgevraagd.

Voor de aardkundige waarden kan worden gevraagd naar de mate van kenmerkendheid van geomorfologische elementen (uitgedrukt in een rangnummer wat de mate van kenmerkendheid uitdrukt binnen een morfopatroon). De zeldzaamheid kan worden bevraagd als wel of niet zeldzaam.

Voor de beleidscategorieën geldt hetzelfde als voor het criterium zeldzaamheid; deze kunnen worden bevraagd op het feit of gebieden al dan niet binnen een bepaalde categorie vallen.

De combinatie van geomorfologie/aardkundige waarden en beleid kan ook worden bevraagd. Het is bijvoorbeeld mogelijk te zoeken naar de meest kenmerkende gebieden binnen een morfopatroon (met rangnummer 1) die en in de Ecologische HoofdStructuur liggen en binnen de in de Gebieden Behoud en Herstel uit de Nota Landschap (LNV, 1992).

### ***Module Trefwoorden***

Een andere insteek om het systeem te bevragen is met behulp van trefwoorden. Wanneer de interesse niet uitgaat naar specifiek aardkundige waarden of beleid of de



combinatie van deze twee, biedt de trefwoordenmodule de mogelijkheid om op zoek te gaan naar specifieke geomorfologische elementen.

Om tot een heldere structuur te komen zijn vier niveaus in de trefwoorden onderscheiden (zie aanhangsel 4). Het hoogste niveau is dat van de genese; hoe is de ontstaanswijze van het te selecteren type element? Daarna vindt de volgende selectie op het tweede niveau plaats op basis van hoofdgroepen. Na de hoofdgroepen is het niveau van vormgroepen aangebracht. Onder dit niveau bevinden zich de elementen, tevens het laagste niveau. Op dit niveau gaat het om specifieke geomorfologisch elementen.

### ***Module reliëf***

Het reliëf is in de Geomorfologische kaart van Nederland opgenomen in negen verschillende hoogteklassen. Binnen sommige van deze is nog een nadere verdeling opgenomen die informatie geeft over de steilheid en de lengte van hellingen. Die negen categorieën zijn (Toelichting op de legenda, 1977):

- < 0,25 m,
- 0,25 tot 0,5 m,
- 0,5 tot 1,5 m,
- 1,5 tot 5 m,
- 5 tot 12,5 m,
- 12,5 tot 30 m,
- 30 tot 60 m,
- 60 tot 115 m,
- 115 tot 200 m.

Het begrip reliëf is binnen deze module tweeledig opgevat. Enerzijds valt uit het reliëf iets te zeggen over de kwetsbaarheid ervan; anderzijds valt ook iets te zeggen over de beleving van reliëf.

Met kwetsbaarheid wordt hier bedoeld dat vormen aan het aardoppervlak met geringe hoogteverschillen gemakkelijker kunnen verdwijnen dan vormen met flinke hoogteverschillen. Hiertoe is in het bevragingssysteem een driedeling in kwetsbaarheid aangebracht waarbij de onderverdeling als volgt is:

- reliëf < 0,25 m (Vlak, niet kwetsbaar),
- reliëf van 0,25 tot 1,5 m (Kwetsbaar),
- reliëf > 1,5 m (Duidelijk reliëf, niet kwetsbaar).

Over de beleving van het reliëf is ook een onderverdeling aangebracht. Deze is gebaseerd op hoe mensen het reliëf om zich heen waarnemen. Hierbij zijn een aantal grenzen arbitrair vastgesteld en voorzien van een omschrijving van hoe de mens het reliëf ervaart (Maarleveld et al., 1974):

reliëf < 0,25 m	Gebied wordt als zeer vlak ervaren,
0,25 m < reliëf < 0,5 m	Gebied wordt als matig vlak ervaren,
reliëf > 1,5 m	Gemiddelde ooghoogte, belemmering van uitzicht,
reliëf > 5 m	Luwte-effect begint een rol te spelen,
reliëf > 12,5 m	Hoogteverschillen markant aanwezig,
reliëf > 30 m	Interessant voor uitzichten,

reliëf > 60 m  
reliëf > 115 m

Hoogteverschillen worden als zeer groot ervaren,  
Geeft de indruk van een middelgebergte.

Binnen deze module is het zowel mogelijk om de klassen vanuit het oogpunt van kwetsbaarheid als de categorieën vanuit beleving apart op te vragen.



### ***S – Selectie***

Onder deze knop bevinden zich de mogelijkheden om volgens de opgenomen hiërarchie van het systeem te zoeken naar een specifiek gebied.

### ***L - Legenda***

De knop van de legenda omvat de mogelijkheden om te zoeken naar specifieke aardkundige of beleidsmatige elementen, of een combinatie van deze twee.

### ***T – Trefwoorden***

Hiermee kan op trefwoorden worden gezocht naar specifieke geomorfologische elementen. Het systeem is opgebouwd volgens de in het vorige hoofdstuk opgenomen trefwoordenlijst.

### ***R - Reliëf***

Reliëf is op twee manieren opgenomen in deze module. Aan de ene kant is een simpele classificatie van de beleving van mensen van het reliëf opgenomen (zoals omschreven in de legenda van de Geomorfologische Kaart van Nederland), aan de andere kant is de kwetsbaarheid van het reliëf voor ingrepen in het landschap opgenomen.

### ***N – Nieuwe kaart van Nederland***

Als voorzet en voorbeeld voor toekomstige ontwikkelingen van het systeem zijn voor het kaartblad 24/25 een aantal elementen van de nieuwe kaart van Nederland opgenomen. Met deze module kan worden bekeken waar aantastingen van de aardkundige waarden als gevolg hiervan plaatsvinden.

Bovenstaande modules zullen in de volgende paragraaf uitgebreid besproken worden, waarbij de werking en de mogelijkheden van de verschillende modules duidelijk zullen worden.

## **4.2 De modules**

### ***S – Selectie***

Na het aanklikken van deze knop verschijnt een menu waarin de verschillende mogelijke niveaus waarop een selectie kan worden gemaakt in beeld komen (fig. 7). Allerst moet een keuze worden gemaakt op welk niveau geselecteerd moet gaan worden om daarna op het onderliggende subniveau de uiteindelijke keuze te kunnen maken. De te kiezen hoofdniveaus bestaan uit (van laag naar hoog):

- morfopatronen,
- morfocomplexen,
- landschapstypen,
- provincies.

Wanneer een van deze vier wordt gekozen verschijnen de daaronder liggende subniveaus automatisch in beeld (fig. 7). Door daarna een specifiek gebied te selecteren (door er een maal op te klikken en vervolgens de OK knop aan te klikken) licht het geselecteerd gebied in geel op. Parallel met dit menu loopt rechts op het

scherm de kaart mee met de selectie. Het is eveneens mogelijk om in het kaartscherm ruimtelijk te selecteren door te klikken op een gebied.

Bij selecties van niveaus hoger dan de morfopatronen worden de grenzen van de morfopatronen automatisch (in geel) ingetekend in het geselecteerde gebied. Ook die morfopatronen die enige mate van overlap (hoe gering dan ook) kennen met het geselecteerde gebied worden ingekleurd. Door in het kaartscherm het vierkantje in de legenda bij de morfopatronen uit te klikken kan het originele geselecteerde gebied weer zichtbaar worden gemaakt.

### ***L – Legenda***

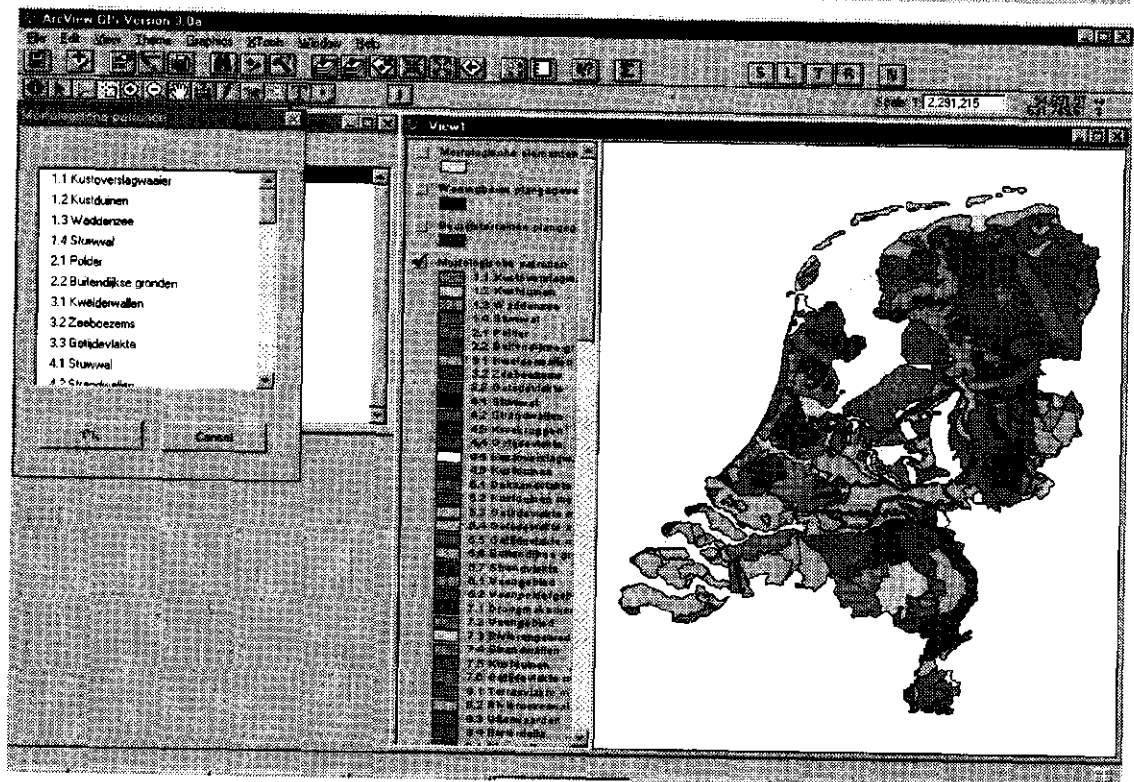
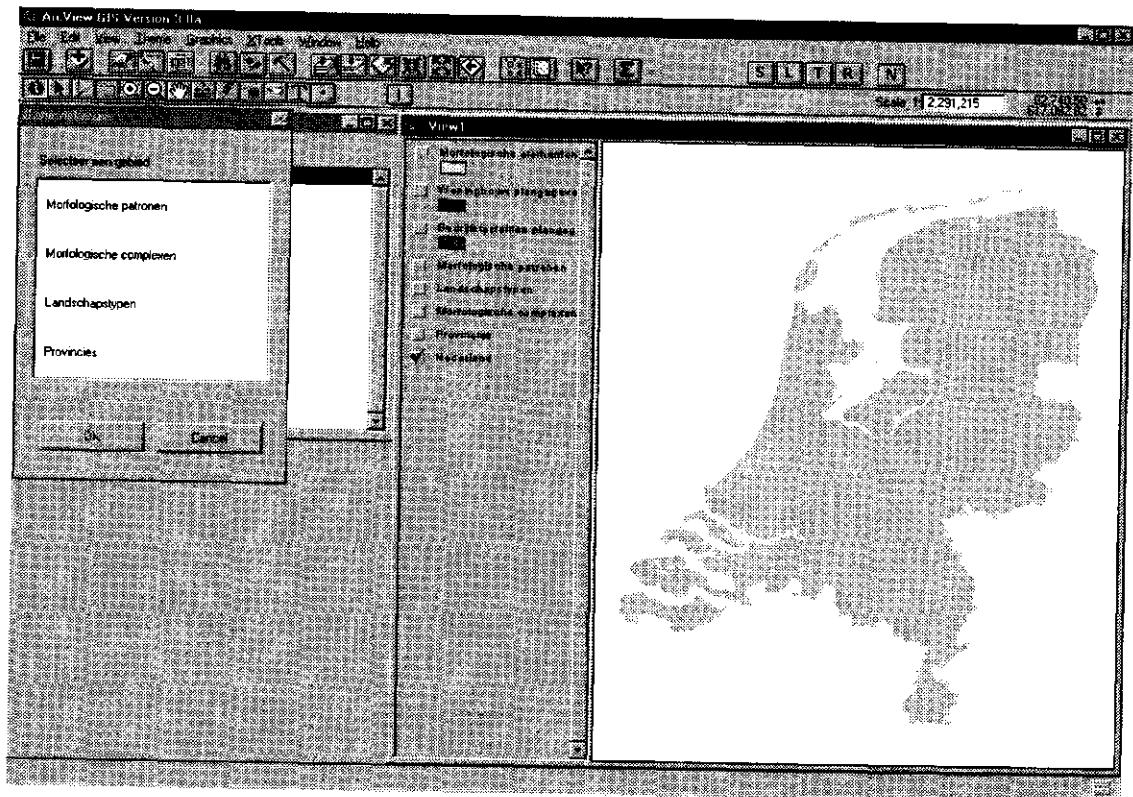
Onder de legendaknop bevinden zich een drietal mogelijkheden. Het is mogelijk selecties te maken op alleen beleid, alleen aardkundige waarden of de combinatie van die twee (fig. 8). De opties om beleidscategorieën te selecteren omvat vier mogelijkheden: Ecologische HoofdStructuur (EHS), Waardevolle Cultuur-Landschappen (WCL), Gebieden Behoud en Herstel en het Nationale Landschapspatroon. De opties om aardkundige waarden te selecteren omvatten de criteria kenmerkendheid en zeldzaamheid inherent aan de gevolgde methode van Maas & Wolfert (1997). Voor de kenmerkendheid kan worden geselecteerd op het rangnummer, waarbij het rangnummer 1 staat voor de meest kenmerkende geomorfologische elementen binnen zijn morfopatroon. De zeldzaamheid is opgenomen als al dan niet zeldzaam, door het criterium zeldzaamheid te selecteren en daarna op OK te klikken verschijnen de zeldzame elementen in beeld.

De combinatie tussen deze twee opent een menu waarbinnen door middel van aanklikken de gewenste selectie kan worden gemaakt (fig. 8). Voor de beleidscategorieën kan JA of NEE worden gekozen (allebei geeft geen resultaat). Wanneer twee of meer categorieën worden geselecteerd werkt dit volgens het EN principe. Dat wil zeggen dat wanneer twee beleidscategorieën tegelijkertijd aangeklikt zijn alleen de overlap tussen deze twee als selectie wordt gezien. Dit geldt ook voor de aardkundige criteria waar het rangnummer (een of meerdere) en de zeldzaamheid kunnen worden aangeklikt.

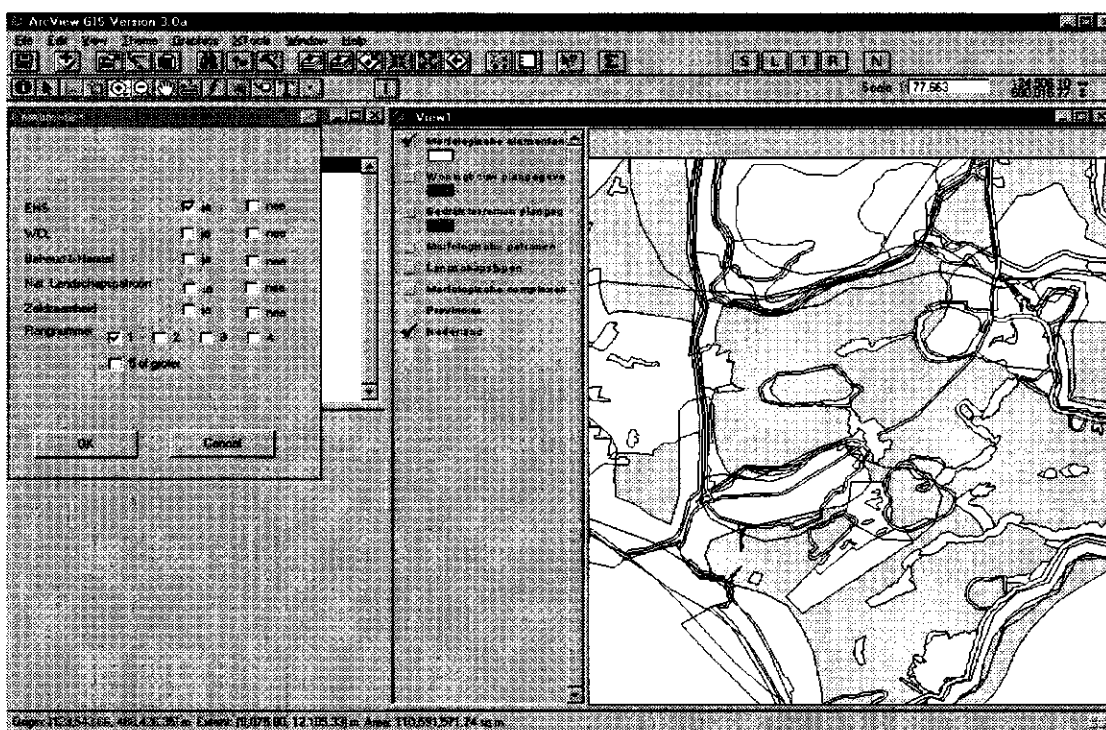
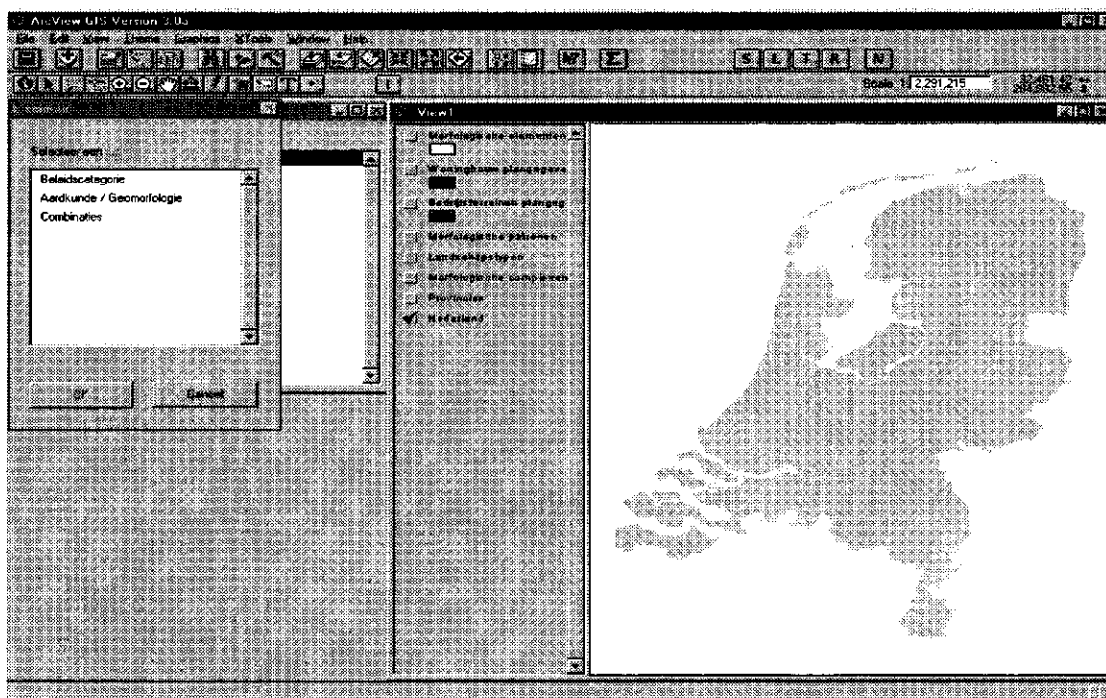
### ***T – Trefwoorden***

Het zoeken op trefwoorden gebeurt in het menu dat wordt geopend wanneer de T wordt aangeklikt (fig. 9). Op het scherm verschijnt een menu dat is onderverdeeld in de vier hiërarchische lagen die worden gebruikt om op trefwoorden te kunnen zoeken (zie ook aanhangsel 4).

Wanneer de eerste drie lagen zijn doorlopen worden in principe alle elementen in het onderste window geselecteerd en op verzoek (de knop tekenen aanklikken) getekend (fig. 9). Wanneer de zoektocht is gericht op een specifiek element is het nodig deze apart aan te klikken terwijl de SHIFT toets op het keyboard ingedrukt is. Vervolgens dient alleen de knop 'tekenen' te worden aangeklikt om de ligging van het betreffende geomorfologische element zichtbaar te maken.

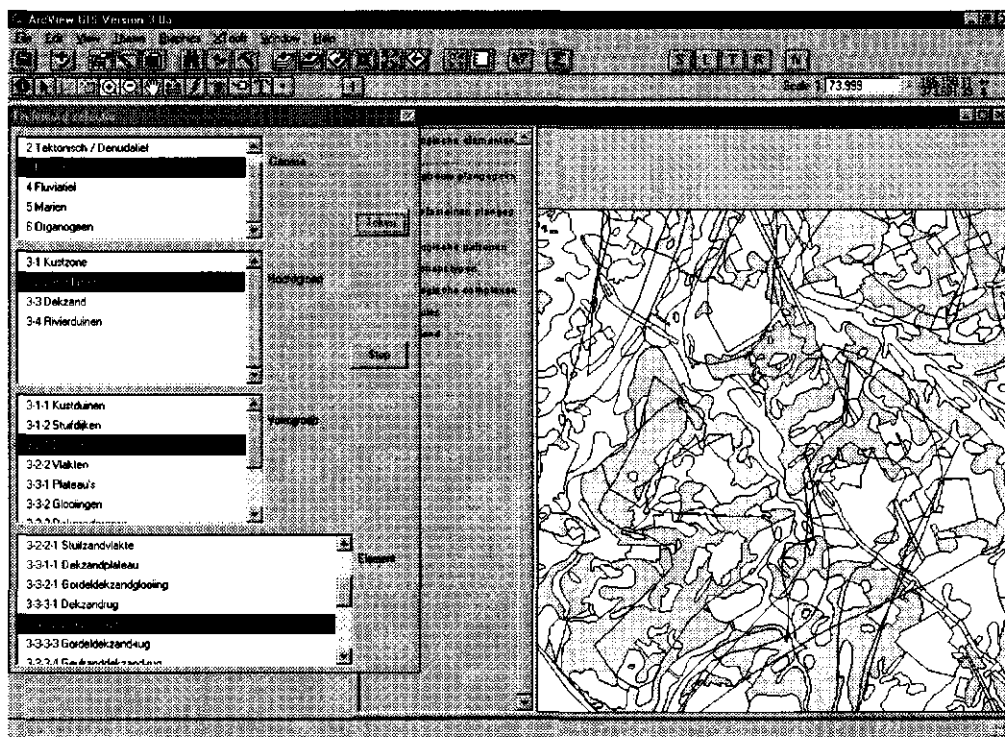


*Figuur 7 De module 'S' voor de selectie van gebieden. De hiërarchie loopt van morfopatronen (onder) via morfocomplexen en de landschapstypen uit de Nota Landschap (LNV, 1992) naar Nederland als hoogste niveau (boven)*

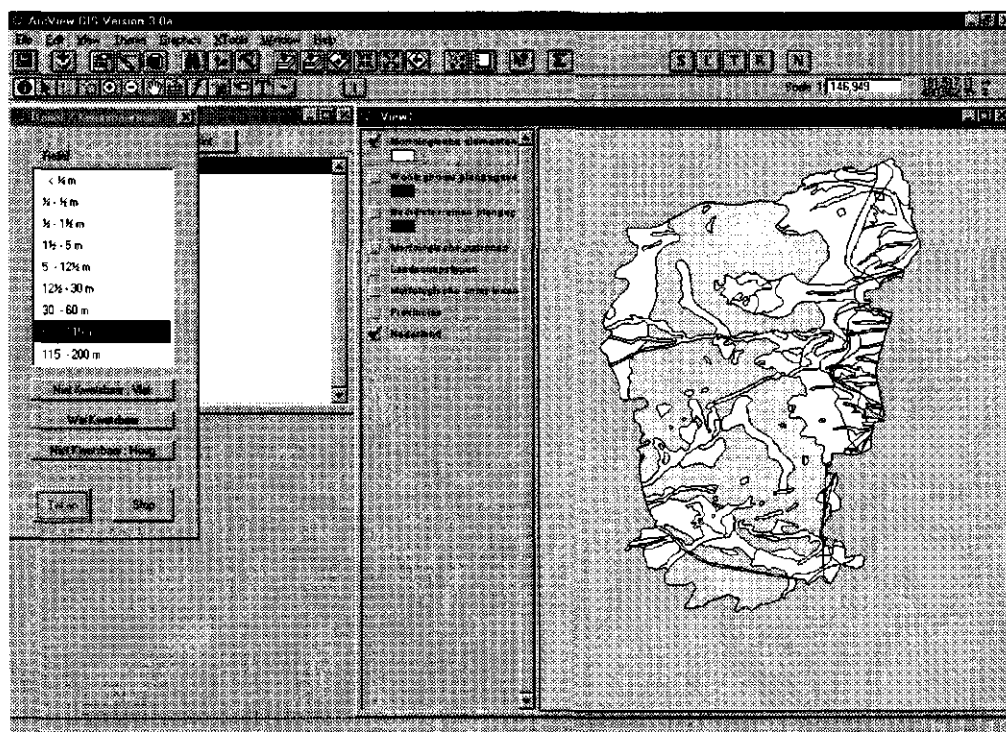


Figuur 8 De module 'L' waarmee informatie over beleid, aardkunde en de combinaties van deze twee kunnen worden opgevraagd (boven). In het onderste gedeelte is het resultaat te zien van de selectie van gebieden die binnen het morfopatroon waartoe zij behoren het meest kenmerkend zijn (veenvlaktes met ruggen) en tevens binnen de EHS liggen. Het gebied in beeld is Waterland ten Noorden van Amsterdam





*Figuur 9 De module 'T' voor het zoeken van specifieke geomorfologische elementen op basis van trefwoorden. In het kaartje zijn dekzandruggen aangegeven in de buurt van Tilburg*



*Figuur 10 De module 'R' waarmee op basis van het reliëf selecties kunnen worden gemaakt. Hier zijn de hoge stuwwallen op de Veluwe geselecteerd, reliëf met hoogteverschillen van tussen de 60 en de 115 meter*



### ***R – Reliëf***

De knop die wordt weergegeven met een R staat voor de module die het reliëf in het systeem zichtbaar maakt. Zowel vanuit de hoek van beleving als vanuit de hoek van kwetsbaarheid kan informatie worden verzameld (fig. 10). Voor beleving wordt gewerkt met grenswaarden. In totaal zijn er negen grenzen onderscheiden, waarbij iedere grens staat voor een bepaalde beleving van de locale hoogteverschillen. Deze kunnen afzonderlijk worden geselecteerd en getekend. De kwetsbaarheid is ingedeeld in drie klassen, waarbij de indelingen volgens het rapport van Oldeman (1994) als leidraad zijn gebruikt. Het meest kwetsbare reliëf in Nederland is juist de klasse tussen 0,25 en 1,5 meter. Met behulp van dit bevragingssysteem kunnen de gebieden waar dit kwetsbare reliëf voorkomt gemakkelijk worden geselecteerd (fig. 10).

Ten slotte bevindt zich nog een informatieknop in de balk bovenin het scherm van ArcView. Hierin worden standaard een aantal gegevens over een geselecteerd vlak weergegeven. Wanneer deze knop wordt aangeklikt en vervolgens een kaartvlak wordt aangeklikt zal een scherm met informatie over dat kaartvlak automatisch in beeld verschijnen.

## 5 Toekomstige ontwikkelingen en aanbevelingen

De bevragingstructuur zoals die tot dusver is ontwikkeld heeft een product opgeleverd dat reeds kan worden toegepast voor studies die betrekking hebben op de gebieden waarvoor het systeem is ingevuld (zie paragraaf 3.2). Voor deze gebieden kan het systeem eenvoudig, snel en precies gegevens leveren over geomorfologie, aardkundige waarden, beleid en de combinaties daartussen. Hiermee kunnen vele vragen al worden beantwoord. Toch is het product nog voor verbetering vatbaar. Welke aanpassingen en aanvullingen er in de toekomst gedaan kunnen worden is het onderwerp van dit hoofdstuk. Allereerst zullen de punten die hier aan bod komen kort worden samengevat, waarna ze in dezelfde volgorde zullen worden toegelicht:

- verder opvullen van het bevragingssysteem met digitaal geomorfologisch kaartmateriaal,
- update van bestaand digitaal geomorfologisch kaartmateriaal met behulp van een geschikt ruimtelijk gegevensbestand (LGN, AHN),
- opnieuw uitvoeren van de waardering op basis van een bijgewerkt landsdekkend digitaal geomorfologisch bestand,
- toevoegen topografische ondergrond ter vergroting van de bruikbaarheid van het systeem,
- operationaliseren van een effectenmodule zodanig dat het systeem voor analyses van effecten van plannen en scenario's geschikt is,
- operationaliseren van een printmodule,
- koppeling met het Meetnet Landschap.

Allereerst kan het systeem in de toekomst verder worden ingevuld. Slechts enkele kaartbladen zijn digitaal beschikbaar en dus toepasbaar in het bevragingssysteem. Idealiter zou het landsdekkend gevuld moeten zijn waarmee het direct ook toepasbaar wordt voor studies op nationale schaal, zoals bijvoorbeeld scenariostudies in het kader van de Natuurverkenning.

Voor ongeveer 2/3 van het landoppervlak van Nederland is de Geomorfologische kaart van Nederland op schaal 1 : 50 000 beschikbaar. Voor het ontbrekende 1/3 deel moet toevlucht worden genomen tot alternatieve bronnen zoals bodemkaarten en fysisch geografische kaarten. Ook dit ontbrekende 1/3 deel omvat een grote hoeveelheid werk.

Naast het ontbrekende landgedeelte ontbreken ook de grote wateren in de Geomorfologische kaart van Nederland. Met name de Waddenzee en de estuaria in zuidwestelijk Nederland zijn een gemis en zouden in de toekomst in het systeem moeten worden opgenomen.

Het landschap in Nederland kent een grote mate van dynamiek. Dit is onder andere gebleken uit de studie 'Veranderend Cultuurlandschap' (Dijkstra et al., 1997). Het kaartmateriaal van de Geomorfologische kaart van Nederland is variabel van ouderdom. De meeste kaartbladen stammen uit het einde van de jaren '70. Dit

betekent dat de informatie op deze kaartbladen in sommige gevallen is verouderd. Om dit probleem te ondervangen, en ook dit probleem in de toekomst te kunnen ondervangen, is het noodzakelijk na te denken over een oplossing. Het opnieuw aanpassen van kaartbladen is erg bewerkelijk en kostbaar, en daardoor geen realistische optie. Het bijwerken van het geomorfologisch digitale materiaal biedt betere mogelijkheden. Hiervoor zijn twee bestanden wellicht bruikbaar voor de uit te voeren 'update'. Allereerst is er het LandGebruiksbestand van Nederland (LGN). Dit op satellietbeelden gebaseerde bestand heeft een zeer gedetailleerde schaal en is waarschijnlijk goed toepasbaar voor dit doel. Daarnaast is er het Actuele Hoogtebestand van Nederland (AHN) dat door Rijkswaterstaat met behulp van laser-altimetrie wordt opgebouwd. Dit bestand kan indirect ook gegevens leveren voor het 'updaten van het digitale geomorfologische kaartmateriaal. De exacte voor- en nadelen van beide bestanden dienen nog te worden onderzocht, voordat een afgewogen keuze kan worden gemaakt.

Wanneer het geomorfologische digitale bestand landsdekkend en bijgewerkt beschikbaar is, wordt het tijd om de waardering (aardkundige waarden) nog eens na te lopen. De bepaling is voor een belangrijk deel gebaseerd op de arealen die bepaalde eenheden innemen. Deze arealen kunnen substantieel veranderen wanneer grote veranderingen in het landschap plaatsvinden of hebben plaatsgevonden. Het criterium gaafheid speelt hierbij een grote rol.

Bovendien is de waardering zoals die nu wordt gebruikt gebaseerd op het LKN-Geomorf-bestand (kilometerhokken). Deze waardering wordt vertaald naar de vectorbestanden die zijn gemaakt van de geomorfologische kaartbladen. Omdat er in de LKN-legenda een aantal samengestelde eenheden voorkomen die op de Geomorfologisch kaart wel zijn onderscheiden, is deze vertaling niet 1 op 1. Dit heeft tot gevolg dat de vertaling aanname's moet doen, waardoor de uiteindelijke waardering niet geheel meer congruent is met de basisgegevens.

Op basis van deze twee redenen is het waardevol indien het landsdekkende bijgewerkte bestand beschikbaar is, de waardering nog eens opnieuw uit te voeren. De methode ligt er al, waardoor de hoeveelheid werk aan zo'n nieuwe waardering beperkt kan blijven.

Naast de veranderingen in het landschap zijn de veranderingen in het beleid ook van belang. Ongetwijfeld zullen in de toekomst de heersende beleidscategorieën worden vervangen door andere. Deze nieuwe beleidsgebieden dienen opgenomen te kunnen worden in het bevragingssysteem. Een voorbeeld hiervan zijn provinciale bestanden waarin waardevolle aardkundige gebieden zijn aangegeven. De opzet van het systeem is zodanig dat dit zonder al te ingrijpende operaties mogelijk is. Wellicht wordt het met het beschikbaar komen van nieuwe versies van het GIS-pakket ArcView mogelijk direct in het systeem zogenaamde 'overlays' te kunnen maken. Dit betekent dat nieuwe beleidscategorieën nog gemakkelijker zouden kunnen worden ingepast.

Vanuit het oogpunt van exacte lokalisering is het invoegen van een beperkte topografische ondergrond een waardevolle aanvulling voor de bruikbaarheid van het systeem. Hiervoor dient de te gebruiken topografische ondergrond niet al te

gedetailleerd te zijn om de leesbaarheid van het kaartbeeld te garanderen. De algemene topografische kaart 1: 250 000 zou zeer geschikt zijn voor dit doel.

Een effectenmodule is een toepassing van een nieuwe versie van ArcView waarin het maken van overlays standaard in het pakket zit. Deze toepassing was echter bij de ontwikkeling van deze versie van het systeem nog niet beschikbaar. Voor demonstratieve doeleinden bevinden zich enkele aspecten van de Nieuwe Kaart van Nederland in het kaartblad 24/25. Wanneer gebruik kan worden gemaakt van 'overlays' is het mogelijk de ruimtelijke uitwerking van plannen of scenario's direct te confronteren met de aardkundige waarden. De analyses van de effecten kunnen dan vrijwel direct en zeer nauwkeurig worden verkregen.

Het ontwikkelen van een 'effectenmodule' afhankelijk van de mogelijkheden van ArcView tot het maken van 'overlays' is zeker de moeite waard. Een dergelijke effectenmodule kan eveneens als eerste stap worden gezien in de richting van een volwaardig monitoringssysteem landschap zoals in het Meetnet Landschap beoogt.

De ontwikkeling van een printmodule is een niet noodzakelijke maar wel waardevolle aanvulling zijn voor het systeem. Een dergelijke module is relatief snel te operationaliseren en heeft als voordeel dat de gemaakte selecties ook buiten het systeem om zijn in te zien.

Tenslotte zal het systeem gekoppeld moeten worden in het Meetnet Landschap met de andere meetdoelen zoals cultuurhistorie, maat van de ruimte en ecologie. Dit punt komt in beeld wanneer de afzonderlijke invalshoeken allen een operationeel (landsdekkend) systeem hebben. Overigens wordt bij de opbouw van deze afzonderlijke systemen wel rekening gehouden met het feit dat koppeling in de toekomst mogelijk moet zijn.

## Literatuur

Cate, J.A.M., ten & C.G. Maarleveld, 1977. *Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50 000*. Toelichting op de legenda. Wageningen, STIBOKA; Haarlem, Rijks Geologische Dienst.

Dijkstra, H. & J. Roos-Klein Lankhorst, 1995. *Haalbaarheidsstudie Meetnet Landschap*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 390.

Dijkstra, H, J.F. Coeterier, M.A. van der Haar, A.J.M. Koomen & W.L.C. Salden, 1997. *Veranderend cultuurlandschap*. Signalering van landschapsveranderingen van 1900 tot 1990 voor de Natuurverkenning 1997. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 544.

Gonggrijp, G.P., 1975-1988. *Gea-objecten per provincie. Leersum, RIN*.

Gonggrijp, G.P., 1989. *Nederland in vorm. Aardkundige waarden van het Nederlandse landschap*. 's Gravenhage, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Achtergrondreeks Natuurbeleidplan nr. 5.

Groenewoud, H., 1998. *Quick scan beleidsuitwerking Aardkundige waarden*. CSO, Adviesburo voor milieuonderzoek, Bunnik.

Koomen, A.J.M., 1997. *Nivellering van het natuurlijke reliëf in Nederland*. Een verkennende inventarisatie. Wageningen, DLO-Staring Centrum, rapport 531.

Maarleveld, G.C., J.A.M. ten Cate & G.W. de Lange, 1974. *Die Geomorphologische Karte der Niederlande*. Zeitschrift fur Geomorphologie (N.F.) 18: 484-494.

Maas, G.J., R.W. de Waal & H.P. Wolfert, 1994. *Landschapsecologische Kartering van Nederland: Geomorfologie*. Toelichting bij het databestand 'GEOMORF', Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 335. LKN-rapport nr. 5.

Maas, G.J. & H.P. Wolfert, 1997. *Aardkundige waarden in Nederland*. Signalering van kenmerkende en zeldzame gebieden voor een nationale beleidskaart. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 498.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990. *Natuurbeleidsplan. Regeringsbeslissing*. 's-Gravenhage, SDU uitgeverij.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1992. *Nota landschap, regeringsbeslissing visie landschap*. 's-Gravenhage, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en Ministerie van Volkshuisvesting, *Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer*, 1993. Structuurschema

Groene Ruimte. Het landelijk gebied de moeite waard. Deel 3: Kabinetsstandpunt. 's-Gravenhage, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Ministerie van landbouw, Natuurbeheer en Visserij en Ministerie van Volkshuisvesting, *Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer*, 1995. Structuurschema Groene Ruimte. Het landelijk gebied de moeite waard. Deel 4: Planologische kernbeslissing. 's-Gravenhage, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Oldeman, P.H., 1994. *Effect van ingrepen op de geomorfologische gesteldheid*. Een methode voor het bepalen van de effecten van menselijke activiteiten. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 305.

Waal, R.W. de, 1992. *Landschapsecologische Kartering van Nederland (LKN): Bodem en grondwatertrappen*. Toelichting bij databestand 'BODEMGT' van het LKN-project (fase III). Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 132, LKN-rapport 2.

Vries, F. de, & J. Denneboom, 1992. *De bodemkaart van Nederland digitaal*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Technisch Document.

## **Aanhangsel 1 Werkwijze en resultaten 'Naar een vectorbestand aardkundige waarden'**

In dit aanhangsel wordt de werkwijze behandeld van de selectie van het meest waardevolle gebied (meest waardevolle morfo-elementen) per morfopatroon. Deze selectie is een nadere uitwerking van de waardering zoals beschreven in het rapport 'Aardkundige waarden in Nederland' (Maas & Wolfert, 1997; en zie kader in volgende paragraaf). In dit rapport staat ook de hiërarchische indeling in morfo-elementen, morfopatronen en morfocomplexen (Gonggrijp, 1996) beschreven. Morfo-elementen komen overeen met geomorfologische eenheden uit de Geomorfologische kaart van Nederland. Een stap hoger zit het niveau van de morfopatronen. Hiervan zijn er 93 onderscheiden in Nederland. Deze genetisch homogene gebieden vormen een schaalniveau hoger de morfocomplexen. Uit de 93 meest waardevolle gebieden (in elk morfopatroon een) die deze exercitie oplevert zijn er 12 gekozen. Deze 12 gebieden vormen een eerste groep voorbeeldgebieden voor het Meetnet Landschap.

### ***Werkwijze bij de selectie van gebieden***

Hier zal de gevolgde werkwijze stap voor stap kort worden beschreven. Deze stappen zijn de volgende:

- 1 Bewerking van het basismateriaal,
- 2 Noodzakelijke bewerkingen voor selectie,
- 3 Selectie van gebieden.

#### ***1 Bewerking van het basismateriaal***

Het basismateriaal dat is gebruikt bij de selecties bestaat naast het LKN-Geomorf bestand uit de kaart 'signalering van kenmerkende en zeldzame gebieden voor een nationale beleidskaart' uit het rapport 'Aardkundige waarden in Nederland' (Maas & Wolfert, 1997). Deze signaleringskaart geeft aan waar in Nederland de aardkundige waarden liggen op basis van het LKN-Geomorf bestand (fig. 5). De methode die is gebruikt om tot deze signaleringskaart te komen staat kort beschreven in het kader hieronder (uit: Maas & Wolfert, 1997):

Met het aangeven van kenmerkende morfo-elementen (elementen die binnen het betreffende morfopatroon vaker voorkomen dan in Nederland) zijn nog geen waardevolle gebieden aangewezen. Gebieden die goede informatie geven over de ontstaanswijze van landschappen bestaan vrijwel altijd uit meerdere elementen. Deze elementen vormen samen specifieke patronen en sequenties in het landschap. Het zijn juist deze sequenties die veel informatie herbergen over de geomorfologische processen die het landschap hebben vormgegeven.

Dergelijke kenmerkende gebieden zijn met behulp van LKN-GEOMORF geselecteerd door voor elk patroon afzonderlijk het aantal verschillende kenmerkende eenheden per blok van negen cellen (3 km x 3 km) te sommeren en de totale waarde toe te kennen aan de centrale cel in dit blok, en deze waarde te sommeren met het aantal verschillende kenmerkende eenheden binnen de centrale cel.

De grootte van het blok (9 km<sup>2</sup>) is afgeleid van het kleinste niveau waarop deze sequenties nog te bepalen zijn. Proefondervindelijk is vastgesteld dat de eenheden over het algemeen te groot van oppervlakte zijn om te kunnen werken met een blok van vier cellen of met één cel. Met de toevoeging van de waarde per afzonderlijke cel wordt voorkomen dat een cel met een zeer gering aantal kenmerkende elementen door de kwaliteit van de omringende cellen hoog wordt gewaardeerd. Cellen waarin geen kenmerkende morfo-elementen voorkomen zijn in deze stap zelfs helemaal buiten beschouwing gebleven.

Wanneer deze berekening voor alle morfopatronen wordt uitgevoerd, valt bij vergelijking op dat de kenmerkende gebieden met een groot aantal kenmerkende morfo-elementen hogere waarden krijgen dan die in morfopatronen met een kleiner aantal. Morfopatronen met een grotere diversiteit aan morfo-elementen dreigen zo hoger gewaardeerd te worden, hetgeen niet de bedoeling is aangezien diversiteit geen criterium is voor waardering. Om een onderlinge vergelijking van de verschillende morfopatronen mogelijk te maken zijn daarom de afzonderlijke, patroonsafhankelijke indelingen van de kenmerkendheid omgerekend tot één vereenvoudigde indeling.

Voor deze omrekening is de frequentieverdeling van de aantallen kenmerkende eenheden per centrale cel in een morfopatroon gebruikt. Alle frequentieverdelingen zijn op basis van het aantal cellen verdeeld in 5 klassen: 0-25%, 26-50%, 51-75%, 76-90% en 91-100% van het totale aantal van het morfopatroon. Dit zijn de vier kwartielen, waarbij het laatste kwartiel is opgesplitst in twee klassen. De kenmerkendheid varieert van zeer kenmerkend in de klasse 91%-100% tot nauwelijks kenmerkend in de klasse 0-25%.

*Kader: Waardering nader verklaard*

Uitgedrukt in gridcellen van 1 km x 1 km worden in vijf klassen lopend van niet of nauwelijks kenmerkend tot zeer kenmerkend de waarden van de gridcellen aangegeven. Uit deze signaleringskaart zijn de categorieën kenmerkend en zeer kenmerkend geselecteerd voor de selectie van het meest waardevolle gebied per morfopatroon. Beide categorieën omvatten in totaal 7981 gridcellen van 1 x 1 kilometer, waarmee ruim 23% van het landoppervlak van Nederland is meegenomen.

Op deze manier is er een categorie ontstaan met de meest waardevolle gebieden voor alle morfopatronen (Maas & Wolfert, 1997; paragraaf 2.3.3). Het bestand met daarin alle kenmerkende en zeer kenmerkende gridcellen is vervolgens opgedeeld in 93 deelbestanden. Deze 93 deelbestanden bestaan uit de 93 morfopatronen (Maas & Wolfert, 1997) met daarin de voor dat morfopatroon kenmerkende en zeer kenmerkende gridcellen. Deze bestanden zijn vervolgens omgezet in een voor Arc/Info leesbaar format.

## **2 Noodzakelijke bewerkingen voor selectie**

Alle bestanden zijn vervolgens ingelezen in Arc/Info. Deze stap is moest worden gezet omdat een aantal noodzakelijke bewerkingen alleen in Arc/Info kunnen worden uitgevoerd. De bestanden zijn ingelezen en omgezet naar vectorbestanden (polygonen).



Door de omzetting naar een vectorbestand vormen de geselecteerde gridcellen die aan elkaar grenzen een groter polygoon, waardoor de selectie van waardevolle gebieden binnen morfopatronen wordt vereenvoudigd (er kunnen grotere gebieden ineens worden geselecteerd in plaats van alle gridcellen apart te moeten selecteren). Binnen elk van de 93 morfopatronen zijn vervolgens waardevolle gebieden aangewezen volgens criteria hieronder beschreven; in het ene morfopatroon soms slechts 1, in andere morfopatronen meerdere, met als maximum 22 gebieden in morfopatroon 5.4. De criteria om een gebied als potentiëel waardevol gebied op de signaleringskaart te definiëren zijn als volgt:

- De minimale grootte van een gebied is twee elkaar rakende gridcellen; dus 200 hectare. Gridcellen raken elkaar wanneer deze naast of onder elkaar liggen, of wanneer ze elkaar met de hoekpunten raken,
- Losse gridcellen worden niet meegenomen.

Alle volgens de hierboven beschreven methode geselecteerde gebieden zijn voorzien van een unieke code bestaande uit getallen waarin naast het morfopatroon een unieke gebiedscode voorkomt. Voor patroon 1.1 bijvoorbeeld, waarin twee potentiëel meest waardevolle gebieden zijn onderscheiden zijn de codes 1101 en 1102. Voor patroon 12, 1201, 1202, 1203, 1204 en 1205. Zo kent elk gebied in elk morfopatroon een code. In totaal zijn er 450 potentiëel meest waardevolle gebieden volgens de bovenstaande criteria geselecteerd.

Deze bestanden zijn vervolgens weer van vector naar gridcel bestanden omgezet. Bij de bepaling van de kenmerkende waarde van een gridcel is gekeken naar de gridcel zelf en zijn direct omringende negen cellen, (Maas & Wolfert, 1997). Daarom moet ook voor deze bepaling naar de omringende cellen worden gekeken. De gebieden moeten dus worden voorzien van een buffer met een gridcel dikte om het gebied heen. Hiervoor is weer een gridbestand nodig.

In Arc/Info zijn de 'gebufferde' bestanden omgezet van grid naar ascii-formaat zodat inlezen in LKN mogelijk is. Alle 450 bestanden zijn ingelezen in LKN om de koppeling te kunnen leggen met het LKN-Geomorf bestand.

Vanuit LKN zijn de bestanden omgezet en geschikt gemaakt voor invoer in het database-programma SQL+. Deze applicatie maakt het mogelijk om de ingevoerde bestanden te koppelen met gegevens uit het LKN-Geomorf bestand. Koppeling heeft plaatsgevonden op basis van coördinaten.

De bestanden van de potentiëel meest waardevolle gebieden bestaan uit een kolom met x-y waarden die de coördinaten van de linker onderhoek van de gridcel aangeven en een kolom met de unieke gebiedscode. Deze is met LKN-Geomorf gekoppeld waarbij een nieuwe tabel is gemaakt met daarin achtereenvolgens:

CEL\_C, GEOM\_C, GEOMOPP, CODE

waarin: CEL_C	=	coördinaten van de gridcel
GEOM_C	=	geomorfologische eenheid in de cel (1 of meerdere)
GEOMOPP	=	oppervlakte geomorfologische eenheid in de cel
CODE	=	unieke gebiedscode

In de nieuwe tabel zijn vervolgens nog een aantal zaken toegevoegd. Allereerst de kenmerkende waarde van een bepaalde geomorfologische eenheid in een morfopatroon en daarna de oppervlakte beleids categorie (respectievelijk Behoud en herstel bestaande landschapskwaliteit uit de Nota landschap (Ministerie van LNV, 1992), de Ecologische HoofdStructuur (EHS) en de GEA-gebieden. Deze laatste drie categorieën zijn toegevoegd om de koppeling met het huidige beleid te leggen. De tabel ziet er dan als volgt uit:

CEL\_C, GEOM\_C, GEOMOPP, CODE, KENMERK, BHKWAL, EHS, GEA

waarin: KENMERK	=	Kenmerkende waarde van de geomorfologische eenheid
BHKWAL	=	Gebieden behoud/herstel bestaande landschapskwaliteit, wanneer de score 1 bedraagt valt de gridcel binnen deze categorie
EHS	=	Ecologische HoofdStructuur, voor score zie BHKWAL
GEA	=	Oppervlakte GEA-objecten in gridcel in hectare

### ***3 Selectie van gebieden***

Hoe nu te komen tot de keuze voor een gebied per morfopatroon op basis van de beschikbare gegevens? Een standaardmethode is niet beschikbaar, waardoor gezocht moet worden naar experimentele doch betrouwbare methoden. Twee berekeningen zijn uitgevoerd om te komen tot criteria voor een keuze van gebieden. Uitgangspunt voor deze berekeningen is geweest om te zoeken naar grotere aaneengesloten gebieden met hoge kenmerkende waarden. Waardevolle gebieden ter grootte van slechts een gridcel bevatten vaak maar weinig verschillende geomorfologische eenheden, waarmee ze eenzijdig kenmerkend zijn en niet representatief voor het hele morfopatroon.

De eerste berekening kijkt naar de oppervlakte van kenmerkende geomorfologische eenheden (GEOMOPP) en de kenmerkende waarde van die eenheid (KENMERK). In elke cel zijn de oppervlakten (GEOMOPP) voorkomende kenmerkende geomorfologische eenheden vermenigvuldigd met de kenmerkende waarde (KENMERK) van die geomorfologische eenheid. Op deze wijze wordt de kenmerkende waarde voor elke hectare voorkomende kenmerkende geomorfologische eenheid opgeteld over het hele gebied.

Dit getal wordt vervolgens gedeeld door de totale oppervlakte in hectare van het gehele gebied. De uitkomst is de gemiddelde kenmerkende waarde per hectare voor het potentieel meest waardevolle gebied. In formule ziet de omschreven berekening er zo uit:

$$\frac{\text{SOM}(\text{GEOMOPP} * \text{KENMERK})}{\text{TOTAALOPPERVLAK}} = \text{Gkw}$$

Waarin Gkw = Gemiddelde kenmerkende waarde per hectare

Deze berekening geeft voor gebieden met relatief grote oppervlakken zeer kenmerkende geomorfologische eenheden hoge uitkomsten. Of een gebied uit veel dan wel weinig gridcellen bestaat speelt hierbij geen rol. Ook het feit dat de kenmerkende waarden in het ene morfopatroon hoger liggen dan in het andere speelt geen rol omdat de berekeningen voor het meest waardevolle gebied binnen een morfopatroon worden uitgevoerd.

De tweede berekening is uitgevoerd ter controle en als ruggesteun voor de eerste berekening. De eerste berekening gaat er namelijk van uit dat de hoogste gemiddelde score voor de kenmerkende waarde wordt gevonden in gebieden waar de oppervlakte (zeer) kenmerkende geomorfologische eenheden relatief groot is. In de tweede berekening wordt daarom het percentage kenmerkende geomorfologische eenheden berekend ten opzichte van de totale oppervlakte van het potentiëel meest waardevolle gebied. In formule ziet de tweede berekening er als volgt uit:

$$\frac{\text{OPPERVLAKTE KENMERKENDE EENHEDEN}}{\text{OPPERVLAKTE VAN GEBIED}} * 100\% = \text{Okw}$$

Waarin Okw = Het percentage kenmerkende oppervlakte van het gebied.

Het blijkt dat de verwachting door deze formule wordt gesteund. Wanneer de gemiddelde kenmerkende waarde per hectare relatief hoog is, is het percentage van de kenmerkende oppervlakte ook hoog.

Verder blijkt dat de berekening van het percentage kenmerkende oppervlakte alleen als tweede, additioneel criterium kan worden gebruikt. In sommige gevallen ligt de waarde van Okw zeer hoog, terwijl de gemiddelde kenmerkendheid slechts matig scoort. Oorzaak hiervan is een gebied met lage kenmerkende waarden die vrijwel het gehele gebied bedekken. Wanneer de waarde voor Okw als eerste criterium wordt gebruikt, kan dit tot een afwijkende keuze leiden waarbij het werkelijk meest waardevolle gebied over het hoofd wordt gezien. Toch is het criterium Okw van belang omdat het aangeeft in hoeverre een gebied bestaat uit kenmerkende, en dus potentiëel waardevolle geomorfologische eenheden.

Op basis van wat is beschreven kan een selectie worden gemaakt van de meest waardevolle gebieden per morfopatroon. Dit levert in totaal 93 gebieden op; een per morfopatroon. In deze studie worden er twaalf van deze 93 gebieden als voorbeeld uitgewerkt in een vectorbestand voor toekomstige toepassing in het Meetnet Landschap. De criteria die zijn gebruikt voor de keuze van 12 gebieden uit 93 morfopatronen worden hier kort beschreven:

- 1 De 12 te selecteren gebieden moeten verschillende landschapstypen in Nederland reflecteren,
- 2 Voor de 12 te selecteren gebieden moet de Geomorfologische kaart van Nederland beschikbaar zijn,
- 3 Van de 12 te selecteren gebieden moet ongeveer 2/3 binnen de beleidscategorie behoud en herstel bestaande landschapskwaliteit liggen.

Verder is aanvullend ook gekeken naar de oppervlakte GEA-gebieden en de overlap met EHS-gebieden als selectie criteria.

In figuur 4 wordt de werkwijze zoals in deze paragraaf omschreven nog eens verduidelijkt voor de locatie Ootmarsum. Hierin is weergegeven hoe de basisbestanden worden omgezet naar het vectorbestand waaraan veel informatie gekoppeld is. De analoge geomorfologische kaart (1) waarin de geomorfologische codes staan aangegeven wordt met de kaart van de aardkundige waarden (2) waarin de waarden in klassen van 1 t/m 4 zijn aangegeven gecombineerd tot een digitaal vectorbestand (3) waaraan geomorfologische en aardkundige informatie zit gekoppeld. Aan de tabel kunnen uiteraard nog meer gegevens worden toegevoegd, bijvoorbeeld over het beleid.

### ***Resultaten van de selectie***

De resultaten van de gevolgde werkwijze zullen hier worden besproken. Allereerst over de selectie van 93 gebieden, daarna zullen de 12 uiteindelijk gekozen gebieden worden besproken.

Voor alle 93 morfopatronen is op basis van de berekeningen een gebied als meest waardevol aangewezen. Hiervoor is de hoogste waarde voor de Gkw van het gebied doorslaggevend geweest (berekening 1). Uit de 93 morfopatronen zijn er 12 gekozen volgens de criteria zoals eerder genoemd. Met alle 3 de criteria is zoveel mogelijk rekening gehouden. In de tabel hieronder zijn de 12 geselecteerde gebieden opgenomen.

*Tabel Gegevens over de 12 geselecteerde voorbeeldgebieden voor verdere uitwerking naar een vectorbestand*

Gebied	Code	Aantal cellen	Bhkwal (%)	GEA (Ha)	EHS (%)	Gkw	Okw (%)	Landschap (NOLA)
Wieringen	4101	18	0	991	0	62,8	79,8	Zeeklei noordwest
Castricum	4201	47	21	1559	20	15,1	66,3	Kustgebied
Yerseke	5306	18	0	479	6	48,7	87,8	Zeeklei zuidwest
Werkhoven	8213	36	26	1051	14	15,1	96,4	Rivieren-gebied
Den Treek	15201	58	8	1170	27	31,2	82,1	Zandgebied midden-NL
Veenkolonie	13308	63	0	2353	15	15,3	88,2	Noord NL
Ootsmarsum	11101	14	10	922	14	20,7	92,5	Zandgebied oost-NL
Dinkeldal	11601	75	0	0	0	13,5	85,3	Zandgebied oost-NL
Winterswijk	12103	31	31	2431	12	278,8	86,4	Zandgebied Oost-NL
Veluwe	10103	76	76	7538	76	25,5	94,0	Zandgebied midden-NL
Brabant	17206	21	21	723	17	7,2	90,1	Zandgebied zuid-NL
Zuid-Limburg	20603	18	18	1035	11	92,7	95,3	Heuvelland

Vervolgens zal nu elk geselecteerd gebied kort worden omschreven. Hierbij zal voornamelijk worden ingegaan op de meest kenmerkende geomorfologische eenheid in het betreffende gebied. De verdeling van de 12 geselecteerd gebieden over Nederland is te zien in figuur 3. In de figuren 11a, 11b en 11c is per uitgewerkt gebied aangegeven welke geomorfologische eenheid in dat gebied (en voor dat morfopatroon) het meest kenmerkende is.

### ***1 Wieringen (patroon 4.1)***

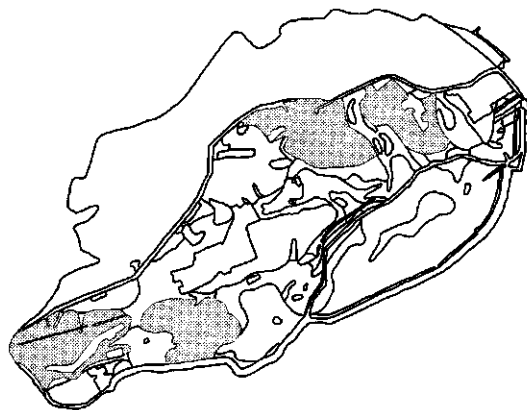
Op het voormalige eiland Wieringen, in de noordoost punt van de kop van Noord-Holland is een relatief reliëfrijk gebied te vinden dat bestaat uit gestuwde keilemen. Het meest kenmerkende element hier zijn lage ondergraven stuwwallen.

### ***2 Castricum (patroon 4.2)***

In een gebied rondom Castricum (Noord-Holland) ligt een landschap opgebouwd uit mariene elementen. Het meest kenmerkende landschapselement hierin zijn de strandwallen. Ondanks het feit dat op deze strandwallen bewoning en bollenteelt het oorspronkelijke reliëf hebben aangetast, is het een duidelijk element in het landschap.

### ***3 Yerseke (patroon 5.3)***

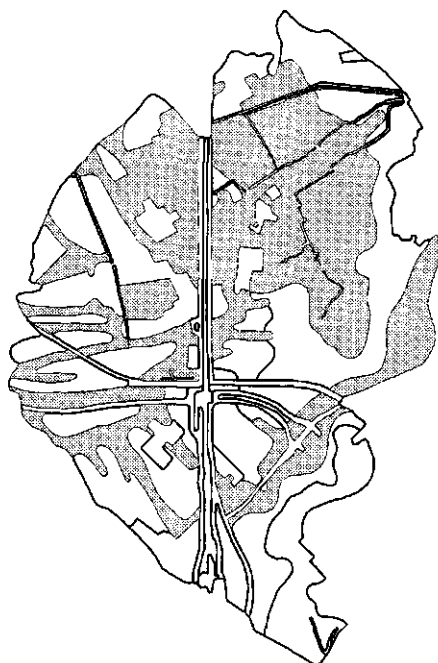
In het zuidwestelijk zeekleigebied is een gebied geselecteerd nabij Yerseke waarin welvingen in gemoerde getij-afzettingen met kreekruggen de meest kenmerkende geomorfologische elementen zijn. Opvallend in dit landschap zijn de relatief grote hoogteverschillen tot maximaal 2.5 meter tussen de kreekruggen enerzijds en de poelgronden anderzijds.



Wieringen: Lage ondergraven stuwwallen



Goettroum: Strandwallen

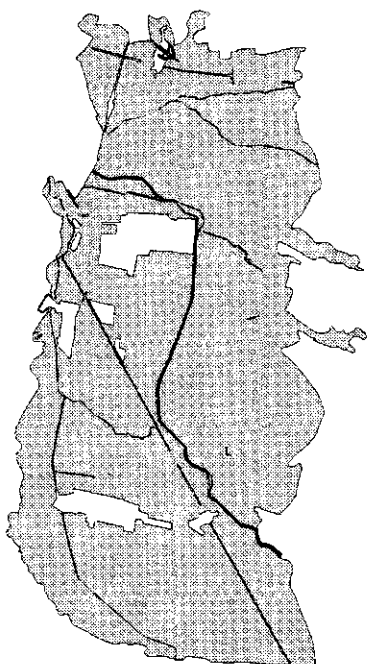


Vreesse: Vahlingen in gemoede getij—afzettingen met kreekruggen

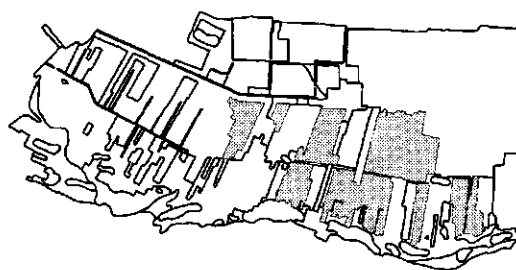


Werkhoven: Daverwal met geul van meanderend afwetaringestelsel

**Figuur 11a: Meest kenmerkende elementen per gebied**

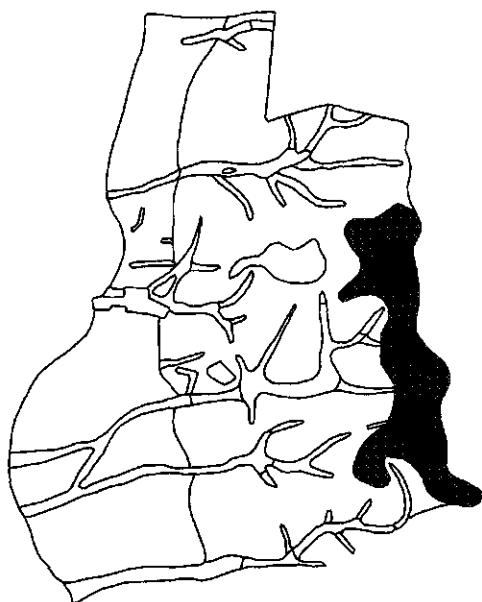


Den IJssel: Delzandvlekte met delvormige laagten en delzandruggen



Amsterdamsche Veld: Plateau-achtige veenrest

### 3 Vectorbestand

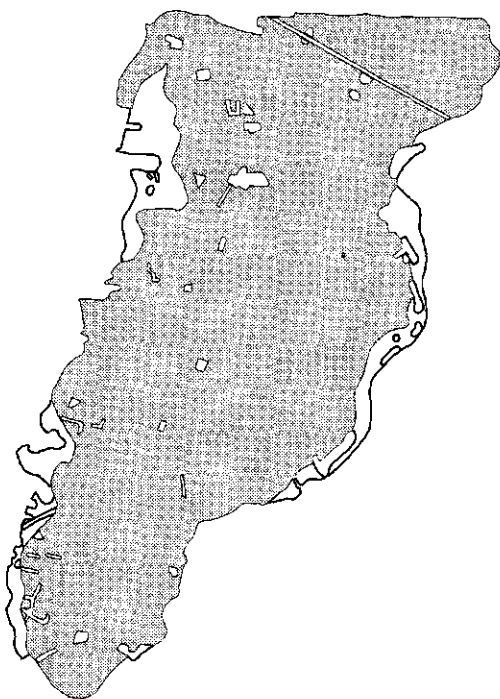


Ootmarsum: Grondmorene - vlekte met delvormige laagten

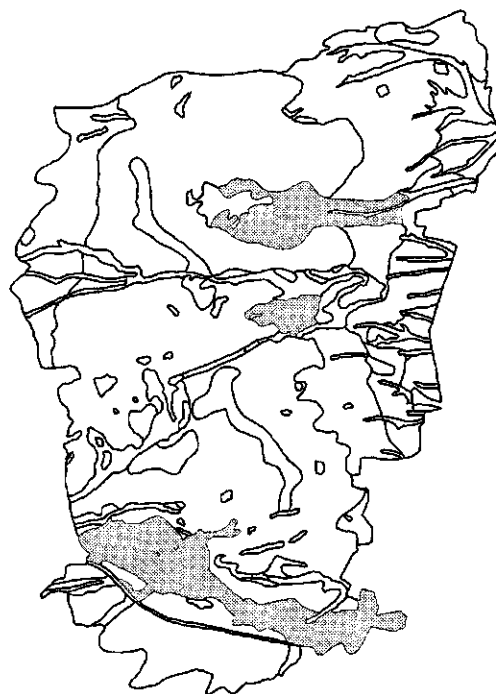


Dinkeldel: Ondiep fluviaal dal met ruggen en kopjes

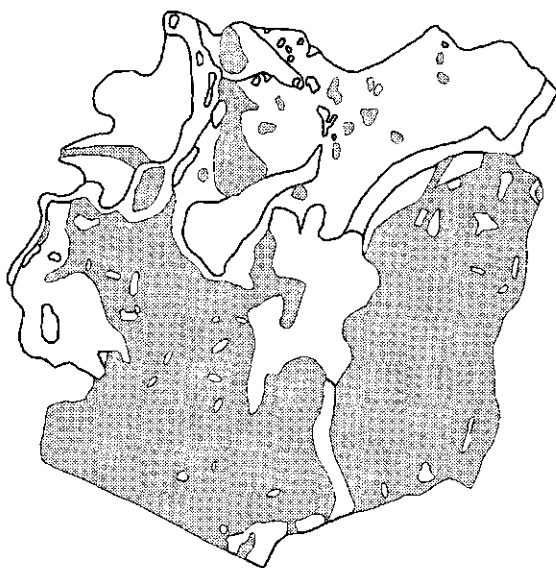
**Figuur 11b: Meest kenmerkende elementen per gebied**



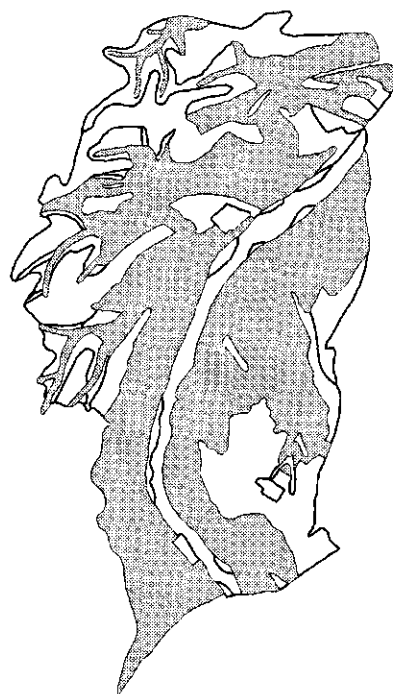
Winterwijk: Plateau – achtige terrasrest met ruggen en kopjes



Vekewe: Breed droogdal in steuwel



Boerze: Diepzandvallei met dalvormige laagten



Zuid – Limburg: Losse wand en losse hellingen en laaggelegen reliëf

**Figuur 11c: Meest kenmerkende elementen per gebied**



#### **4 Werkhoven (patroon 8.2)**

In het rivierengebied is in morfopatroon 8.2 een gebied geselecteerd rondom Werkhoven waar oeverwallen met geulen van meanderende afwateringsstelsels de meest kenmerkende landschapselementen zijn. De geulen vormen overblijfselen van oude lopen van de Kromme Rijn, en zijn in de tweede helft van de 19e eeuw afgesloten.

#### **5 Den Treek (patroon 15.2)**

In de Gelderse vallei, ten Zuiden van Amersfoort is een gebied geselecteerd waar dekzandvlakten met dalvormige laagten en dekzandruggen de hoogste kenmerkende waarden hebben. Deze landschapselementen komen in het gebied naast elkaar voor en vormen daarmee een waardevol gebied karakteristiek voor dit zandgebied.

#### **6 Veenkolonie (patroon 13.3)**

In het zuidoosten van Drente is in de veenkolonieën een gebied geselecteerd. De meest kenmerkende geomorfologische eenheden zijn hier plateau-achtige veenresten en veenkoloniale ontginningsvlakten.

#### **7 Ootmarsum (patroon 11.1)**

In het morfopatroon 11.1 is een gebied als meest kenmerkend naar voren gekomen waar lage en hoge stuwwallen met ondiepe droge dalen de hoogste kenmerkende waarden bezitten. Ook het stuwwalplateau levert een grote bijdrage aan de aardkundige waarde.

#### **8 Dinkeldal (patroon 11.6)**

In het Bekken van de Dinkel komt de eenheid ondiep fluviaal dal met ruggen en kopjes als meest kenmerkend naar voren. Ook de meanderrichels en geulen dragen sterk aan de aardkundige waarde bij. Het fluviaal karakter wordt hier en daar overgenomen door een uitgesproken dekzandreliëf met laagten en ruggen.

#### **9 Winterswijk (patroon 12.1)**

Op het plateau bij Winterswijk in het morfopatroon 12.1 (terrasresten) is een gebied geselecteerd waar plateau-achtige terrasresten met glooiing en droge dalen voorkomen. Deze terrasresten vormen de overblijfselen van grofzandige grindhoudende Rijnaafzettingen die in het Vroeg en Midden Pleistoceen zijn neergelegd.

#### **10 Veluwe (patroon 10.1)**

De stuwwal van de veluwe heeft een indrukwekkende grootte. Deze maximaal 110 meter hoge stuwwal van Saale ouderdom loopt noord-zuid van Hattem naar Arnhem. Binnen dit gebied is een gebied ten Westen van Apeldoorn als meest waardevol geselecteerd. Hier komen brede droogdalen voor in de stuwwal die de hoogste kenmerkende waarde bezitten. Hiernaast vormen hoge stuwwallen met ondiepe droge dalen en stuwwalplateau grotendeels het waardevolle aardkundige landschap.

***11 Brabant (patroon 17.2)***

In de provincie Noord-Brabant is ten oosten van Moergestel een gebied geselecteerd waar dekzandvlakten met dalvormige laagten het meest kenmerkende element is. Het gebied ligt tussen de Beerze en de Reusel in.

***12 Zuid-Limburg (patroon 20.6)***

In het heuvelland van Zuid-Limburg is in het morfopatroom 20.6 een gebied rondom Gulpen naar voren gekomen waar plateauterrasresten en hooggelegen reliëf met droge dalen de meest kenmerkende elementen zijn.

## **Aanhangsel 2 Indeling morfocomplexen en patronen**

- 1            Morfocomplex Waddengebied
  - 1.1        Kustoverslagwaaier
  - 1.2        Kustduinen
  - 1.3        Waddenzee
  - 1.4        Stuwwal
  
- 2            Morfocomplex IJsselmeergebied
  - 2.1        Polder
  - 2.2        Buitendijkse gronden
  
- 3            Morfocomplex Fries-Gronings zeekleigebied
  - 3.1        Kwelderwallen
  - 3.2        Zeeboezems
  - 3.3        Getijdevlakte
  
- 4            Morfocomplex Kop van Noord-Holland
  - 4.1        Stuwwal
  - 4.2        Strandwallen
  - 4.3        Kreekruggen
  - 4.4        Getijdevlakte
  - 4.5        Kustoverslagwaaier
  - 4.6        Kustduinen
  
- 5            Morfocomplex Zuidwest-Nederland
  - 5.1        Dekzandvlakte met ruggen en kreken
  - 5.2        Kustduinen met vlakten en laagten
  - 5.3        Getijdevlakte met enig reliëf en kreekruggen ('Oudland')
  - 5.4        Getijdevlakte al dan niet met kreken ('Nieuwland')
  - 5.5        Getijdevlakte met getijde rivieren en oeverwallen en kreekruggen
  - 5.6        Buitendijkse gronden (incl zoetwaterbinnendelta)
  - 5.7        Strandvlakte
  
- 6            Morfocomplex Noord-Nederlands veengebied
  - 6.1        Veengebied
  - 6.2        Veenpoldergebied
  
- 7            Morfocomplex West-Nederlands laagveenlandschap
  - 7.1        Droogmakerijen
  - 7.2        Veengebied
  - 7.3        Rivierengebied
  - 7.4        Strandwallen
  - 7.5        Kustduinen
  - 7.6        Getijdevlakte met enig reliëf en kreekruggen
  
- 8            Morfocomplex Groterivierengebied
  - 8.1        Terrasvlakte met rivierduinen
  - 8.2        Rivieroeverwal en -kommen
  - 8.3        Uiterwaarden
  - 8.4        Rivierdelta

- 9            Morfocomplex Fries-Drents plateau en Gaasterland
- 9.1        Stuwwallen
- 9.2        Hondsrug
- 9.3        Grondmorene- en dekzandvlakte
- 9.4        Veengebied
  
- 10          Morfocomplex Gooi, Utrechtse Heuvelrug, Veluwe, Rijk van Nijmegen en Montferland
- 10.1       Stuwwallen
- 10.2       Smeltwaterwaaiergebied
- 10.3       Smeltwaterterras
- 10.4       Sneeuwsmelwatervlakte
- 10.5       Gordeldekzand- en stuifzandgebied
  
- 11          Morfocomplex Sallands-Twents heuvelland
- 11.1       Stuwwallen oost
- 11.2       Stuwwallen west
- 11.3       Grondmorenevlakten met stuwwallen en dekzanden
- 11.4       Laagte van Goor
- 11.5       Bekken van Hengelo
- 11.6       Bekken van de Dinkel
- 11.7       Veenvlakte
  
- 12          Morfocomplex Winterswijk plateau
- 12.1       Terrasresten
- 12.2       Vereffeningsvlakte
- 12.3       Daldekzandvlakte.
  
- 13          Morfocomplex Veenkoloniale gebied en Westerwolde
- 13.1       Stuwwallen
- 13.2       Dekzandgebied
- 13.3       Veenontginningsgebied
- 13.4       Veengebied
  
- 14          Morfocomplex IJsselvallei en Vechtoerstroomdal
- 14.1       Dekzandruggengebied
- 14.2       Dekzandkoppengebied
- 14.3       Dekzandvlakte
- 14.4       Rivierdalvlakte
- 14.5       Veenvlakte
  
- 15          Morfocomplex Gelderse Vallei
- 15.1       Dekzandvlakte, -welvingen met lage ruggen
- 15.2       Dekzandvlakte met lage ruggen en dalen
- 15.3       Dekzandvlakte met langgerekte ruggen
- 15.4       Dekzandvlakte met lage en hoge ruggen
- 15.5       Overspoelde veenvlakte
  
- 16          Morfocomplex West-Brabant
- 16.1       Terrasrestwelvingen met terrasrestheuvels
- 16.2       Terraswelvingen met dekzandplateaus
- 16.3       Terraswelvingen met dekzandruggen
- 16.4       Dekzandwelvingen
- 16.5       Hoge terrasrestheuvels
- 16.6       Stuifzandgebied

- 17            Morfocomplex Midden-Brabant
- 17.1        Dekzandwelvingen met vlakten
- 17.2        Dekzandvlakten met welvingen en ruggen
- 17.3        Dekzandwelvingen
- 17.4        Dekzandwelvingen met ruggen en vlakten
- 17.5        Dekzandvlakte met veen
- 17.6        Dekzandruggen met vlakten en welvingen
- 17.7        Dekzandvlakten met welvingen
  
- 18            Morfocomplex Oost-Brabant
- 18.1        Horstplateau
- 18.2        Horstplateau met dekzand
- 18.3        Dekzandvlakte met veen
  
- 19            Morfocomplex Noord- en Midden-Limburg
- 19.1        Terrasvlakte met verwilderd rivierpatroon
- 19.2        Terrassen
- 19.3        Plateauterrassen
  
- 20            Morfocomplex Zuid-Limburg
- 20.1        Schiervlakterest
- 20.2        Eiland van Ubach
- 20.3        Eiland van Nieuwhagen
- 20.4        Bekken van Heerlen
- 20.5        Terrassen Oost-Maas
- 20.6        Terrassen West-Maasterrassen Maas (jong)

## Aanhangsel 3 Zoeksstructuur van de module trefwoorden

Niveau 1 Genese	Niveau 2 Hoofdgroep	Niveau 3 Vormgroep	Niveau 4 Vormeenheid
Tektonisch / Denudatief	Tektonisch	Heuvelrug	Heuvelrug mogelijk door tektoniek ontstaan
		Breuken Plateau's	Breuktrap in terrasafzettingsvlakte Plateau-achtige horst, met rivierafzettingen Plateau-achtige horst, met rivierafzettingen en dekzand Plateau-achtige horst met dekzand
	Denudatief	Glooiingen Ruggen	Horstglooiing Rug mogelijk door tektoniek ontstaan Rug mogelijk door tektoniek ontstaan, met dekzand Rug mogelijk door tektoniek ontstaan, met veen
		Terrasvormen	Schiervlakterrasrest-plateau Lithologisch bepaalde terrasvorm
		Vereffeningsresten	Vereffeningsrest-glooiing Hoge vereffeningsrest heuvel, al dan niet met loss Lage vereffeningsrest-heuvel Lage vereffeningsrest-heuvel met bedekking Vereffeningsrest-vlakte al dan niet bedekt met dekzand
		Wanden Laagten	Afbraakwand Oplossingslaagte (doline)
Glaciaal	Stuwwal	Steilranden	Ondergraven stuwwalzijde Klif
		Hoge stuwwallen	Hoge stuwwal Hoge stuwwal bedekt met dekzand Hoge stuwwal bedekt met smeltwaterafz. Hoge stuwwal (gestuwde grondmorene)
		Stuwwalplateau's	Stuwwalplateau
		Stuwwalglooiingen	Stuwwalplateau bedekt met dekzand Stuwwalglooiing
		Lage stuwwallen	Stuwwalglooiing bedekt met dekzand Lage stuwwal
		Droge dalen	Lage stuwwal (gestuwde grondmorene) Ondiep droog dal Matig diep droog dal (trechtervormig) Matig diep droog dal (trechtervormig) met dekz. of loss Matig diep droog dal Zeer diep droog dal
	Smeltwaterafzettingen	Smeltwaterwaaiers	Smeltwaterwaaier Smeltwaterwaaier bedekt met dekzand
		Smeltwaterglooiingen	Glooiing van hellingafspoelingen Glooiing van sneeuwsmeltwaterafz.
		Smeltwaterwelvingen	Welvingen in sneeuwsmeltwaterafz. Welvingen in sneeuwsmeltwaterafz.
		Smeltwatervlakten	Vlakte van smeltwaterafz. met dekzand Vlakte van sneeuwsmeltwaterafz. Vlakte van sneeuwsmeltwaterafz. met dekzand
		Daluitspoelingswaaier	Daluitspoelingswaaier Daluitspoelingswaaier bedekt met veen Daluitspoelingswaaier bedekt met dekzand of loss
		Smeltwaterruggen	Hoge smeltwaterrug Lage smeltwaterrug
		Smeltwaterheuvels	Hoge smeltwaterheuvel Lage smeltwaterheuvel
		Smeltwaterterrassen	Smeltwaterterras, zwak tot matig golvend Smeltwaterterras, bedekt met dekzand Plateau-achtige smeltwaterrest Lage smeltwaterterrasrest-heuvel
	Grondmorene	Grondmoreneglooiingen	Grondmoreneglooiing of smeltwaterglooiing Grondmoreneglooiing
		Grondmoreneruggen	Grondmorenerug bedekt met dekzand Grondmorenerug bedekt met klei of veen
		Grondmorenewelvingen	Grondmorenewelvingen Grondmorene al dan niet met welvingen, relatief hoog Grondmorene al dan niet met welvingen, relatief laag
		Grondmorene	Grondmorene en/of stuwwal

		Grondmorenevlakte	Grondmorenevlakte Grondmorenevlakte bedekt met dekzand Vlakte met grondmorene (welvingen), laag gelegen Vlakte met grondmorene (welvingen), hoog gelegen
	Laagten	Laagten	Doodijagat Laagte met randwal (inclusief pingo- restant)
Eolisch	Kustzone	Kustduinen	Hoge kustduinen met bijbehorende vlakten en laagten Lage kustduinen met bijbehorende vlakten en laagten
		Stuifdijken	Hoge stuifdijk Lage stuifdijk
	Landduinen	Duinen	Hoog landduin Laag landduin Hoge landduinen met bijbehorende vlakten en laagten Lage landduinen met bijbehorende vlakten en laagten Hoge stuifduinen met bijbehorende vlakten en laagten Lage stuifduinen met bijbehorende vlakten en laagten
		Vlakten	Stuifzandvlakte
	Dekzand	Plateau's Glooiingen Dekzandruggen	Dekzandplateau Gordeldekzandglooiing Dekzandrug Dekzandruggen Gordeldekzand-rug Geulranddekzand-rug
		Dekzandkopjes Dekzandwelvingen	Dekzandkopje Dekzandwelving Gordeldekzandwelvingen Dekzandwelvingen met ten dele afgegraven veen
		Dekzandvlakten	Dekzandvlakte met opge vulde smeltwatergeulen Dekzandvlakte Dekzandvlakte vervlakt door veen of overstromingsmat. Gordeldekzandvlakte Vlakte van ten dele verspoelde dekzanden Vlakte ten dele verspoelde dekzanden en loss, laag Vlakte ten dele verspoelde dekzanden en loss, hoog
		Lossafzettingen	Hoge lossrug Lossglooiing Losswand
	Rivierduinen		Laag rivierduin, ten dele begraven (donk)
Fluviatiel	Terrasvormen (Pleistoceen)	Terrassen divers	Hoge terrasrestheuvel Tussenterras bedekt met loss of zandige loss
		Dalterrassen	Dalwandterras bedekt met loss Dalvlakteterras Dalvlakteterras bedekt met dekzand, vlak Dalvlakteterras bedekt met dekzand, zwak golvend
		Plateau-terrassen	Plateauterras Plateauterras bedekt met loss Plateau-achtige terrasrest door landijs beïnvloed Plateau-achtige terrasrest Plateau-achtige terrasrest bedekt met dekzand
		Terrasglooiingen	Glooiing in terrasafzettingsvlakte, bedekt met dekzand Glooiing in terrasafzettingsvlakte, bedekt met loss
		Terrasruggen	Terrasrest-rug
		Terraswelvingen	Terrasafzettingen bedekt met dekzand Terrasafzettingen bedekt met dekzand Terrasafzettingen bedekt met loss Terrasafzettingen met geulen vlechtend stelsel
		Terrassvlakten	Terrassvlakte met geulen van meanderend stelsel Terrassvlakte plaatselijk vervlakt door overstromingsmat. Terrasafzettingen Terrasafzettingen bedekt met

			dekzand Terrasafzettingsvlakte bedekt met loss Terrasafzettingsvlakte met geulen van vlechtend stelsel
Marien	(Holoceen en Actueel)	Glooiingen	Doorbraakwaai Glooiing van beekdalzijde
		Ruggen	Oeverwal in uiterwaard Rivieroeverwal Rivier-inversierug Getij-riviermondbrug Meanderruggen en geulen Meanderruggen en geulen in uiterwaard
		Welvingen	Welvingen in uiterwaard relatief hoog gelegen Welvingen in uiterwaard relatief laag gelegen
		Vlakten	Rivierkom-en oeverwalachtige vlakte Rivierkomvlakte Beekoverstromingsvlakte Rivieroverstromingsvlakte Vlakte in uiterwaard, relatief laaggelegen Vlakte in uiterwaard, relatief hooggelegen Vlakte van doorbraakafzettingen Vlakte van getij-riviermondafzettingen
		Dalvormige laagte	Moerassige vlakte Dalvormige laagte met veen Dalvormige laagte zonder veen
		Beekdalen	Beekdalbodem met veen Beekdalbodem zonder veen, relatief laaggelegen Beekdalbodem zonder veen, relatief hooggelegen Beekdalbodem met meanderruggen en geulen Matig diepe beekdalbodem, relatief laaggelegen Matig diepe beekdalbodem, relatief hooggelegen Zeer diepe beekdalbodem, relatief laaggelegen Zeer diepe beekdalbodem, relatief hooggelegen
		Rivierdalen	Rivierdalbodem, relatief laaggelegen Rivierdalbodem, relatief hooggelegen Matig diepe rivierdalbodem, relatief laaggelegen Matig diepe rivierdalbodem, relatief hooggelegen Zeer diepe rivierdalbodem, relatief laaggelegen Zeer diepe rivierdalbodem, relatief hooggelegen
		Geulen	Geul van vlechtend afwateringsstelsel Geul van meanderend afwateringsstelsel Overloopgeul
		Wanden	Klif
		Glooiing	Doorbraakwaai Zeestrandglooiing
		Ruggen	Strandwal Kwelderwal Getij-inversierug Getij-oeverwal
		Welvingen	Binnendelta Welvingen in zee- of meerbodemafzettingen Welvingen in zandplaten met duinvorming Welvingen in getij-afzettingen
		Vlakten	Binnendelta-vlakte Vlakte van zee- of meerbodemafzettingen Vlakte van getij-afzettingen Vlakte van getij-afzettingen met plaatselijk veenresten Aanwasvlakte, relatief laaggelegen Aanwasvlakte, relatief hooggelegen Ingesloten strandvlakte Strandvlakte, zandplaat of slik (met lage duinen)
		Laagten, geulen	Abrasievlakte Zee-erosie laagte Getij-(kreek)bedding Zee-erosiegeul
Organogeen	(Holoceen en Actueel)	Plateau's	Plateau-achtige veenrest bedekt met klei Plateau-achtige veenrest
		Glooiing	Veenrest-glooiing
		Ruggen/Dijken	Lage veenrest-dijk Lage veenrest-heuvel



Welvingen	Veenrest-ruggen
Vlakten	Moerassige vlakte
	Veenkoloniale ontginningsvlakte, relatief laaggelegen
	Veenkoloniale ontginningsvlakte, relatief hooggelegen
	Ontgonnen veenvlakte (bedekt met klei/zand)
Laagten	Ontgonnen veenvlakte met petgaten
	Laagte ontstaan door moertering